

CAPÍTULO I

*DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y
DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL*



ÍNDICE

I.1. PROYECTO.....	2
I.1.1. Nombre del proyecto.....	2
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	2
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.....	4
I.1.4. Presentación de la documentación legal	4
I.2. Promovente.....	5
I.2.1. Nombre o razón social.....	5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	5
I.2.3. Nombre del representante legal.....	5
I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones	5
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	5
I.3.1. Nombre o razón social.....	5
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	5
I.3.3. Nombre del Responsable técnico del estudio.....	5
I.3.4. Dirección del Responsable técnico del estudio.	5

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

“Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza en la Zona Económica Exclusiva de México, en la Bahía de Ulloa, en la costa occidental de Baja California Sur, entre Abreojos y Cabo San Lázaro, a una distancia del punto más cercano de la costa de 12 millas marinas (22,224 metros).

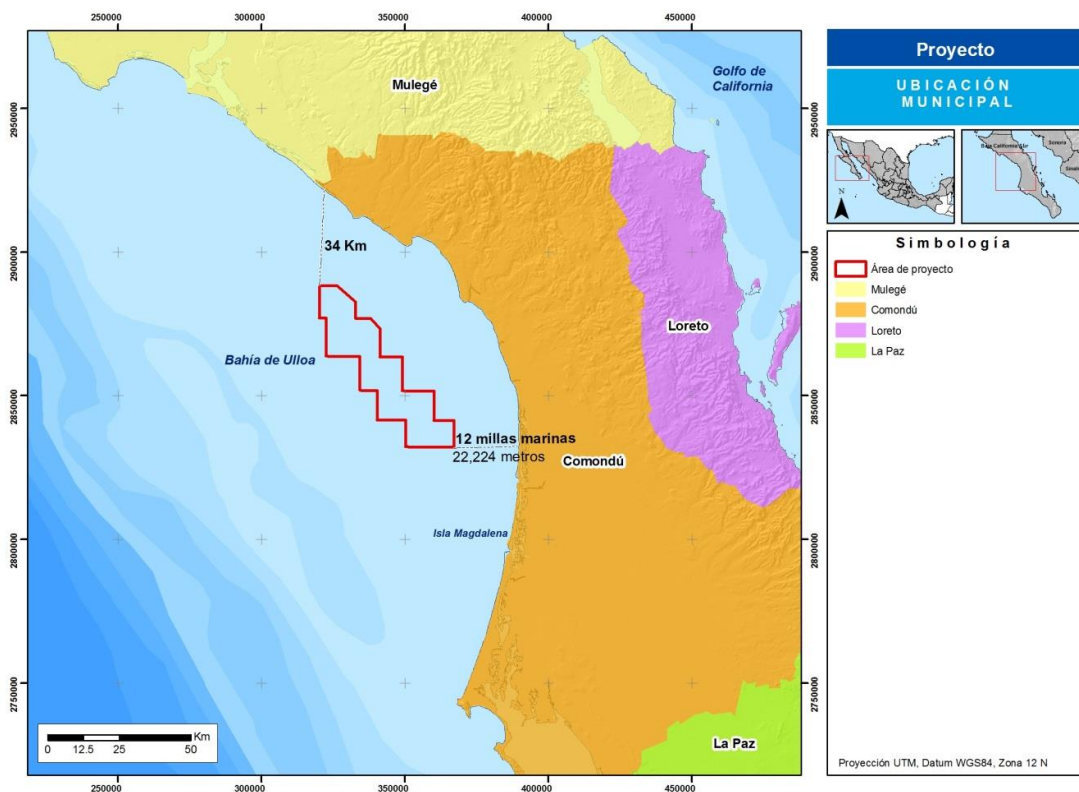


Figura I.1. Ubicación del proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto, respecto a la Zona Económica Exclusiva del Pacífico.

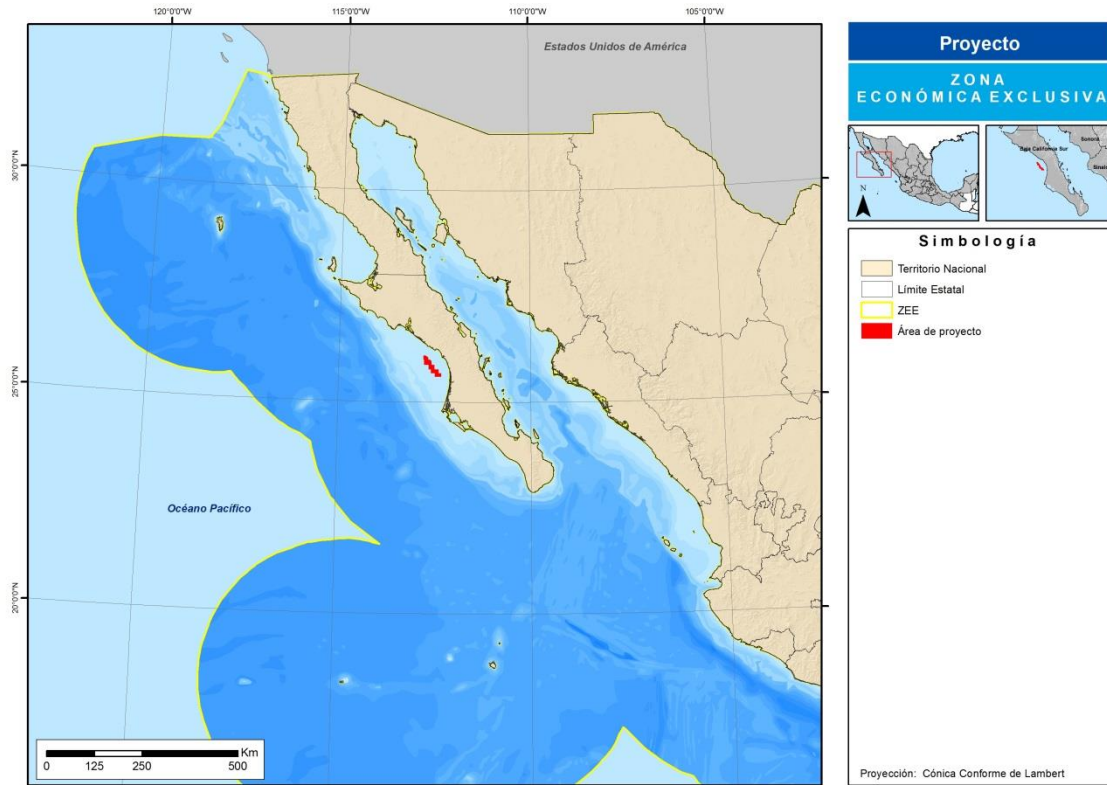


Figura I.2. Ubicación del proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”, respecto a la ZEE.

A continuación se muestran las coordenadas de las cinco áreas del proyecto:

Tabla I.1. Coordenadas en UTM de las 5 áreas del proyecto.

Área de trabajo	Vértice	X	Y
1	1	320219.7735	2888245.0672
	2	320093.5747	2876985.1282
	3	332742.8208	2876817.2263
	4	332802.2359	2882576.2899
	5	326321.0890	2888162.1955
2	1	322580.9407	2876951.1449

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Área de trabajo	Vértice	X	Y
	2	338105.9250	2876749.7333
	3	341325.9677	2873215.4111
	4	341208.0897	2863471.1823
	5	322401.7035	2863711.7841
3	1	334340.8658	2863555.9195
	2	349111.9409	2863378.0954
	3	348977.3044	2851624.3829
	4	334193.0377	2851801.6861
4	1	340340.1826	2851725.9549
	2	360127.4933	2851501.6114
	3	360019.8721	2841320.7611
	4	340217.3244	2841544.5311
5	1	350221.6634	2841427.7850
	2	367126.0370	2841247.6713
	3	367034.4066	2832086.8618
	4	350118.3676	2832266.5587

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.

La vida útil del proyecto sería de 50 años.

El proyecto se integra de cinco áreas de trabajo, que serán desarrolladas en un periodo de 50 años, seccionados en 10 años para cada área de trabajo.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Se adjunta en los Anexos la documentación legal aportada por el promovente.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social.

Exploraciones Oceánicas, S. de R.L. de C.V.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

I.2.3. Nombre del representante legal

Lic. Francisco Xavier Manzanero Escutia

I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

QV Gestión Ambiental, S.C.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

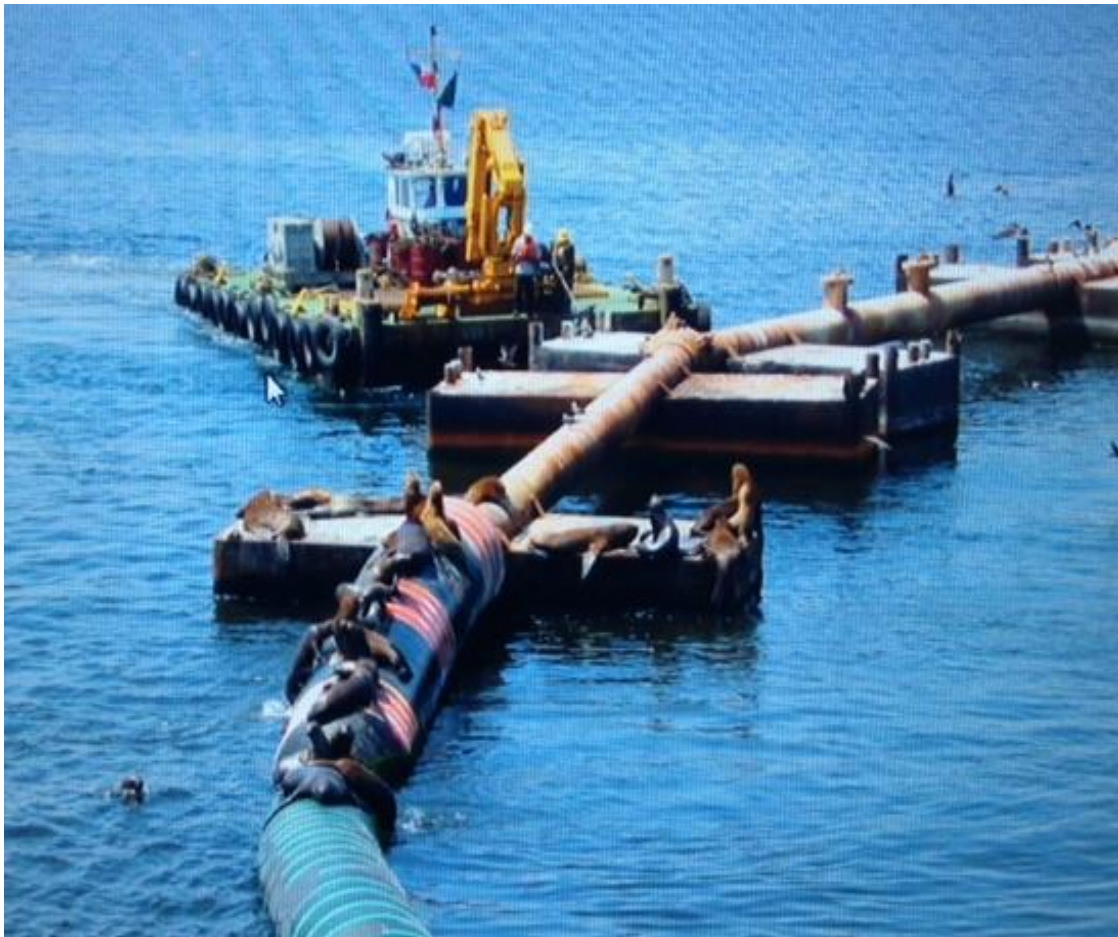
I.3.3. Nombre del Responsable técnico del estudio.

Martín José de la Cruz Quijano Poumián

I.3.4. Dirección del Responsable técnico del estudio.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



INDICE

<i>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</i>	6
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
II.1 Información general del proyecto	8
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	8
II.1.2 Selección del sitio	9
II.1.3 Ubicación física del proyecto	16
II.1.4 Inversión requerida	21
II.1.5 Dimensiones del proyecto	22
II.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	22
II.2 Características particulares del proyecto	22
II.2.1. Programa General de Trabajo	23
II.2.2. Preparación del sitio	24
II.2.4. Etapa de construcción	24
II.2.6. Operación y Mantenimiento	25
II.2.6.1. Operación	25
II.2.7. Mantenimiento	15
II.2.8 Requerimiento de personal e insumos	19
II.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	19
II.4. Descripción de obras asociadas del proyecto	19
II.5. Etapa de abandono del sitio	19
II.6. Utilización de explosivos	22
II.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	22
II.8. Contaminación acústica	22
II.2.13. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos	24

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El proyecto descrito en esta Manifestación de Impacto Ambiental consiste en una obra de dragado marino para la extracción de arenas fosfáticas y por lo tanto, se circunscribe al sector de la minería.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Justificación

México importa roca fosfórica a Marruecos, Estados Unidos y Perú. Las importaciones siguen en incremento, convirtiéndose de esta manera en un recurso actualmente dependiente, valioso y estratégico para México y su agricultura.

Para México, las importaciones de carbón mineral, las piedras preciosas y semipreciosas, el carbón de coque y la fosforita, constituyen el principal volumen de importaciones de minerales no metálicos. La justificación de este proyecto de arenas fosfáticas se centra primordialmente en:

1. La necesidad estratégica de México en autoabastecerse de una rica fuente de fertilizante fosfático indispensable para alimentar a su población en los próximos 100 años.
2. El impacto medioambiental de realizar el dragado submarino de las arenas fosfáticas yacentes en la Bahía de Ulloa presenta un mínimo riesgo. Las dragas de succión en marcha se emplean ampliamente en todo el mundo, incluyendo una gran flota de dragas de succión que extraen agregados del fondo marino en aguas europeas y asiáticas. Esta tecnología que se utilizará en el proyecto de Baja California Sur se ha comprobado durante más de treinta años en Japón, quienes son los productores más destacados de materiales de construcción

provenientes del fondo marino en el Reino Unido, Holanda y Bélgica entre otros.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio consideró los beneficios inherentes de la minería submarina comparativamente respecto a la minería terrestre, tal y como se establece a continuación:

No se necesita alterar el paisaje para construir la infraestructura: Puesto que la extracción del mineral se realiza con una draga de succión y demás barcos auxiliares, todos móviles, eliminando los gastos inmensos de infraestructura relacionados con la minería terrestre tales como carreteras, pistas de aterrizaje, campamentos para las instalaciones, talleres, plantas eléctricas o conducción de electricidad, y reservorios para almacenar agua, y ductos. El almacenamiento de los desechos, las presas de jales, y muchas otras excavaciones no son necesarios, porque el residuo generado es gestionado a bordo. Esto trae consigo un gran ahorro en capital, minimizando el impacto ambiental y paisajístico del proyecto.

No se desalojan comunidades: Las comunidades nativas o regionales no deben ser desplazadas o alteradas en sus usos y costumbres, incluyendo a las comunidades pesqueras. Como se verá en la presente manifestación muy poco impacto recibirán las sociedades como tal y sus bienes. Tampoco es necesario invertir en la compra de tierras o construcción de vías e infraestructuras que alteren el entorno.

No se afectan las fuentes naturales de agua: La minería submarina no afecta las aguas subterráneas ni compite con las reservas de agua que sí existen en la minería terrestre o corren riesgo de ser contaminadas. No existe ningún riesgo de contaminar las fuentes de agua naturales.

Una huella de carbono más baja: Las excavaciones submarinas son más eficientes y en términos generales utilizan menos de la mitad de la energía que su contraparte terrestre, reduciendo las emisiones de carbono. Muchos de los minerales submarinos se encuentran en forma granular o en este caso en arenas, eliminando la necesidad de triturar o establecer procesos de beneficio que concentran el mineral, ahorrando considerablemente en energía y costos. Al encontrar yacimientos submarinos cercanos a las regiones donde se utiliza la arena fosfática, se obtiene otro gran ahorro en el transporte.

Muy poco a casi nada de descapote: Los yacimientos submarinos de minerales se identifican casi siempre por afloramientos superficiales teniendo por consiguiente muy poco material de descapote, reduciendo el impacto, el consumo de energía y las emisiones de carbono.

Seguridad y salud ocupacional: Puesto que todo el personal está a bordo de las naves, las condiciones de trabajo son superiores en calidad a las instalaciones terrestres y los riesgos a la salud son menores. Normalmente se requiere de menor número de personal para movilizar el mismo número de toneladas con mayor seguridad y eficacia.

Menor Impacto Ambiental: En la actualidad se están seleccionando depósitos de minerales submarinos de altas concentraciones, buenas calidades y/o tenor. Este tipo de depósitos se han agotado en tierra hace muchísimo tiempo, llevando a la extracción de yacimientos de menor tenor o calidad, los cuales requieren mayores movimientos de tierra y por consiguiente un mayor impacto ambiental. La minería submarina de depósitos de alta calidad y concentración genera un impacto considerablemente menor a su equivalente en tierra, de manera general.

Mejoramiento Ambiental: Utilizando técnicas especiales definidas en el presente trabajo, el fondo marino, si se desea, se puede dejar una vez finalizada la extracción de arenas fosfáticas, con contornos especiales que promueven el crecimiento de organismos submarinos, mejorando la recuperación del entorno dragado.

Reducción voluntaria del título minero original

Además de lo ya comentado es importante que se comente que Exploraciones Oceánicas S. de R.L. de C.V., ha devuelto el 70.15% de toda su área concedida para el proceso de dragado, como un esfuerzo para eliminar cualquier posible impacto en las áreas costeras sensibles, que sirven como áreas de alimentación de especies, o que están cercanas al hábitat natural de especies como el abulón, el pepino de mar y el camarón por nombrar sólo algunos de ellos. Adicionalmente, cabe destacar que las áreas devueltas comprenden también las rutas de migración de las ballenas grises y el área de forrajeo de las tortugas.

Exploraciones Oceánicas S. de R.L. de C.V., procedió a reducir de manera planificada y muy significativa el área de concesión del proyecto.

El área inicial de concesión fue de 268,238.1 hectáreas, lo que se modificó a una nueva área con una diferente orientación, que comprende un sector del área inicialmente concedida, pero mucho más reducida y que encapsula el depósito Oeste del yacimiento, siendo este área reducida a 80,050.45 hectáreas. Esta revisión excluye el

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

70.15% del área original de la concesión que no incluye algunos sectores del yacimiento de fosforita.

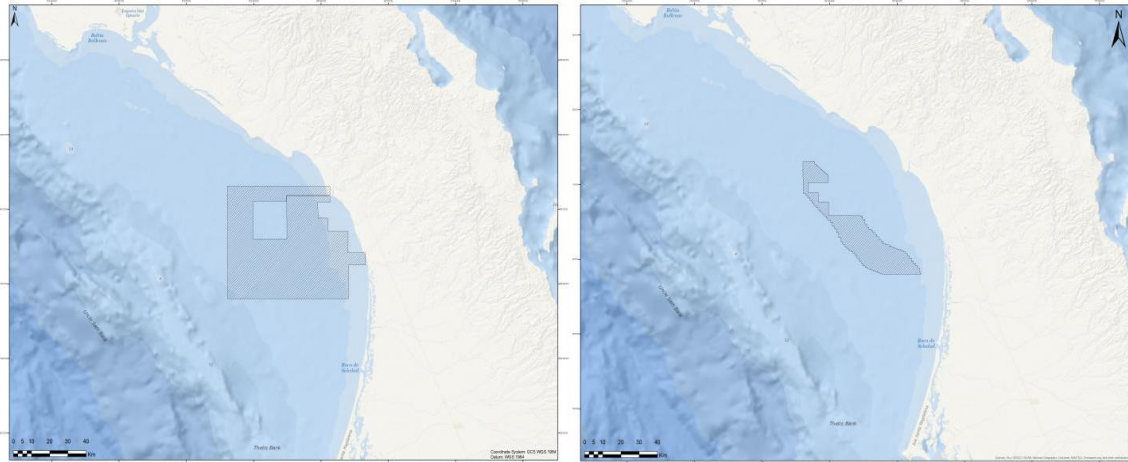


Figura II.1. Concesión inicial (izquierda) y nueva concesión tras la reducción (derecha)

La principal motivación para esta reducción estratégica de la concesión implica la obtención de los siguientes beneficios:

- La reducción de la concesión elimina cualquier impacto en las rutas migratorias de las ballenas (ver figura II.2).
- La reducción del área de concesión limita el solape con cualquier concesión pesquera.
- La reducción del área de concesión es el mejor ejemplo de reducción de huellas e impactos de las operaciones de dragado durante el periodo de vida útil del yacimiento, además de minimizar las medidas de mitigación para reducir estos impactos.
- La reducción además, se centra en la no afectación a las áreas que actualmente son económicamente viables.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

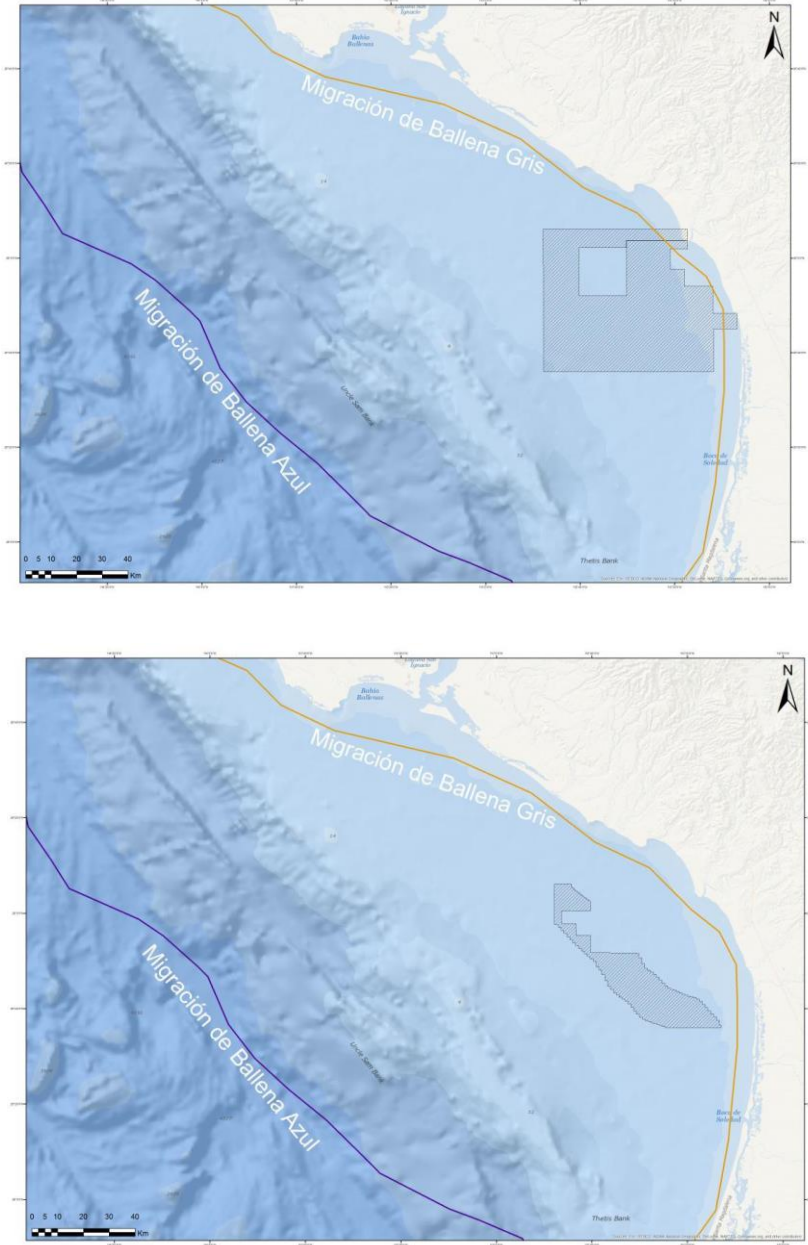


Figura II.2. Área de migración de las ballenas, comparando el área de concesión antigua (arriba) y el área de concesión revisada (abajo).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

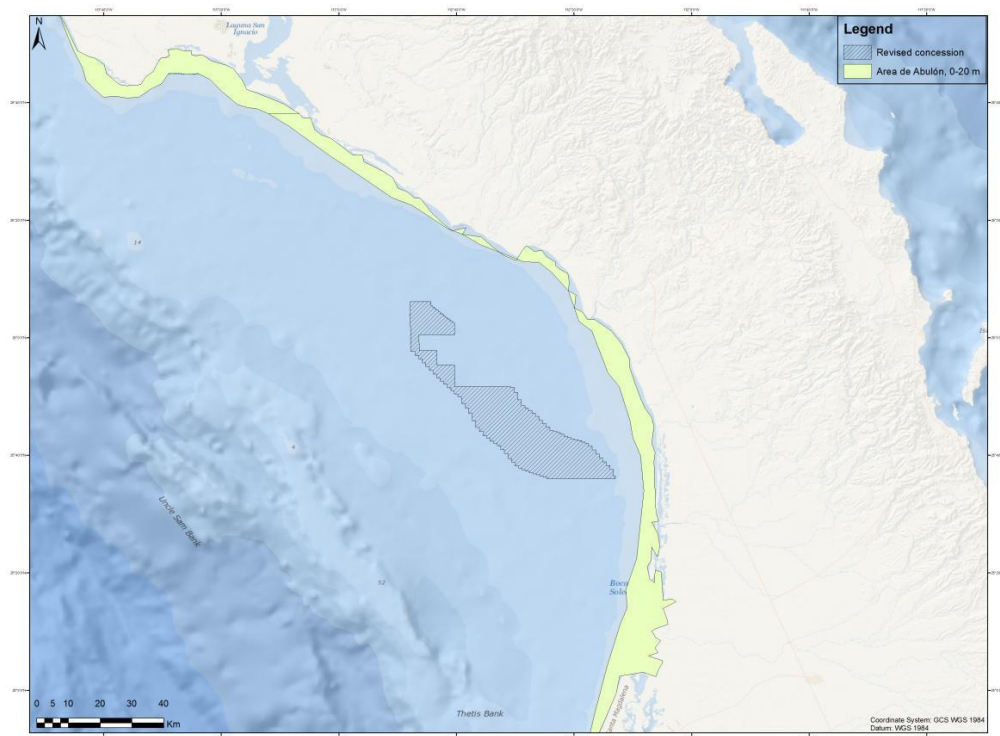
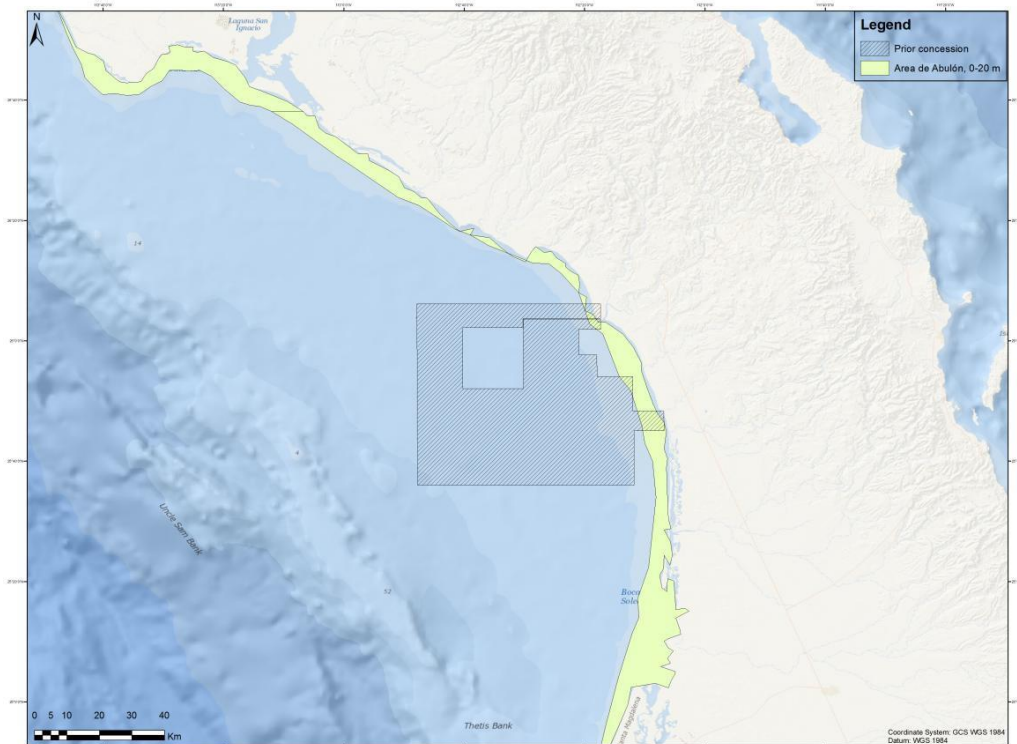


Figura II.3. Hábitat del abulón (área dónde se pesca), en comparativa entre la concesión inicial (arriba) y la nueva concesión revisada (abajo).

La pesca del abulón se realiza habitualmente entre los 0 y los 20 metros de profundidad.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

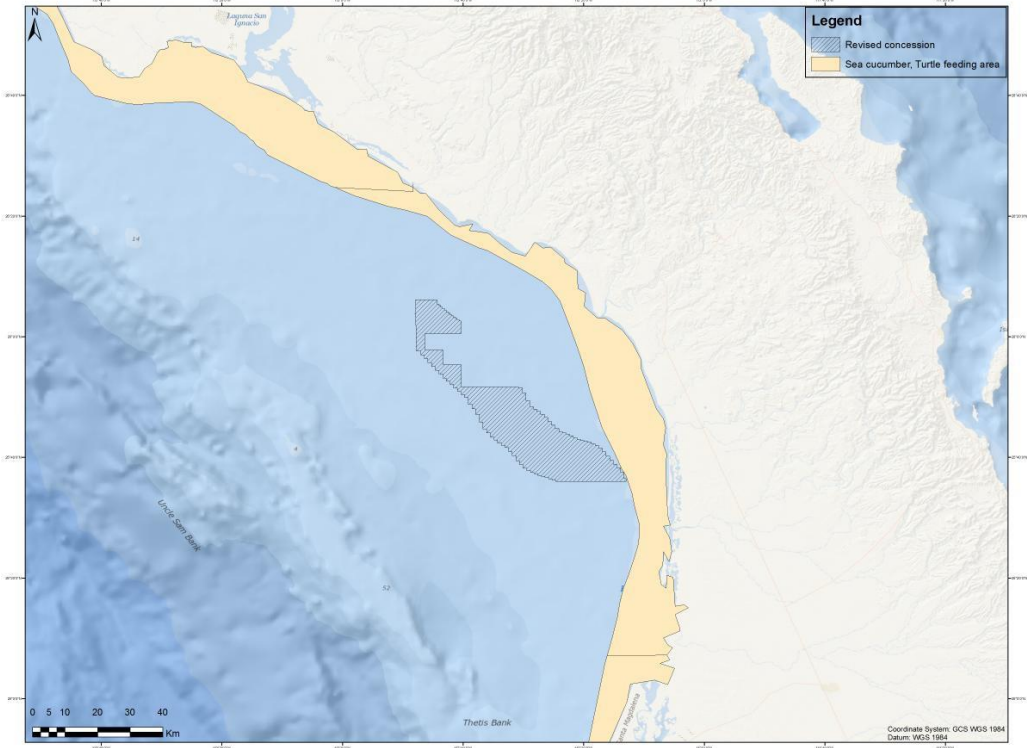
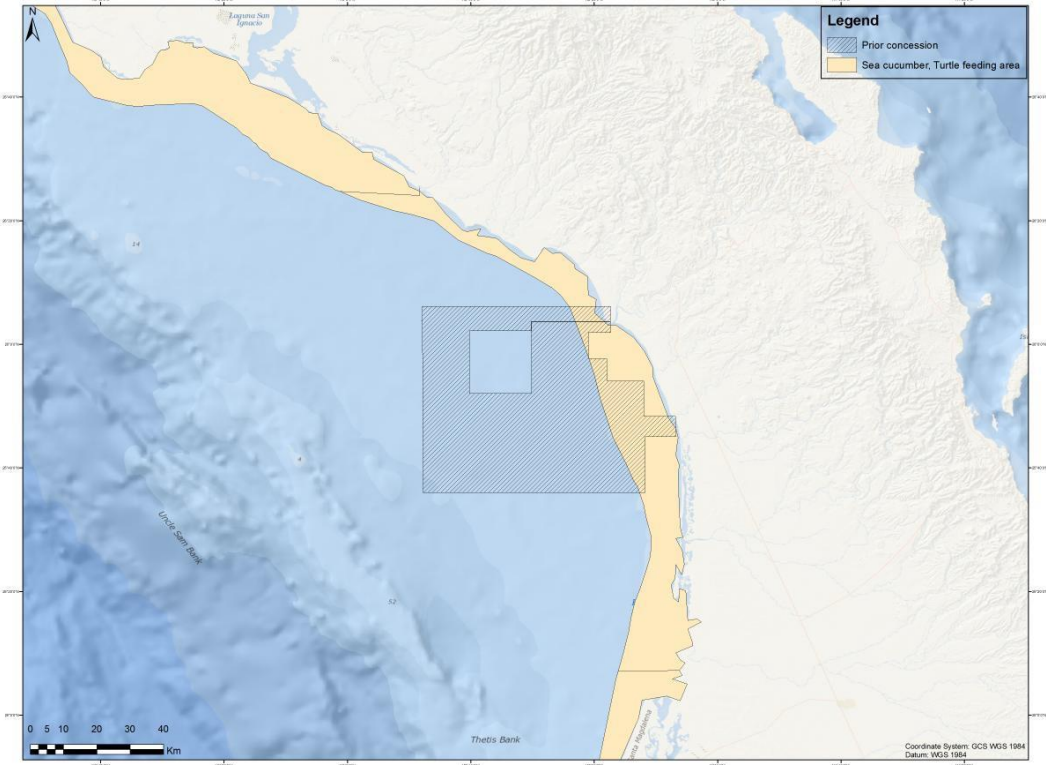
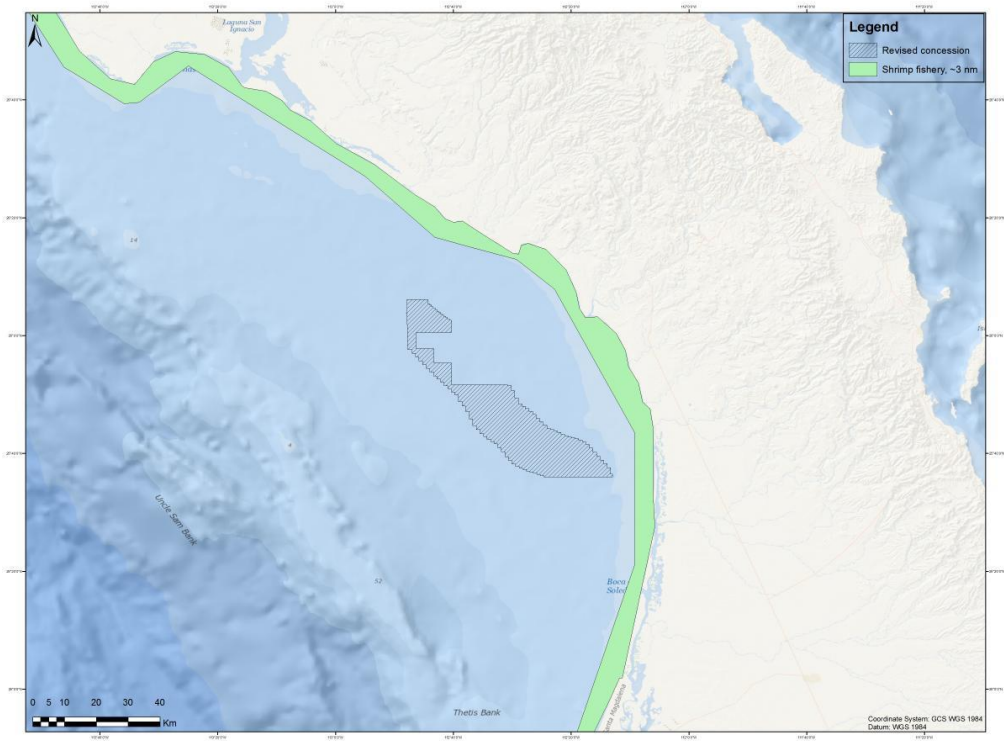
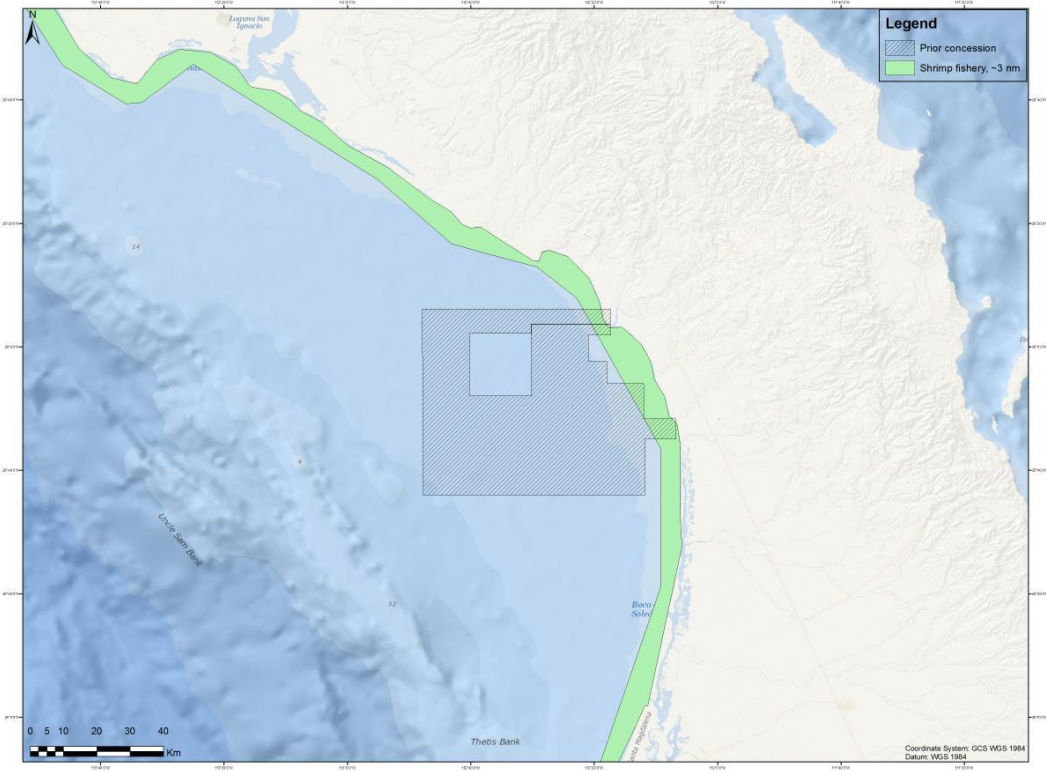


Figura II.4. Área de distribución del pepino de mar y área de alimentación de la tortuga caguama en comparativa entre la concesión inicial (arriba) y la nueva concesión reducida (abajo).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Figura II.5. Área primaria de la pesca del camarón. El área de esta actividad pesquera se extiende generalmente desde aproximadamente la línea de costa hasta unas tres millas náuticas, a una profundidad media de 25 metros.

II.1.3 Ubicación física del proyecto

El área del proyecto se encuentra en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano, en la Bahía de Ulloa, costa occidental de Baja California Sur, a 12 millas marinas de la costa.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura II.6. Ubicación del área de concesión del proyecto.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del área de trabajo del proyecto, respecto a la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México en el Pacífico y el Mar Territorial.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

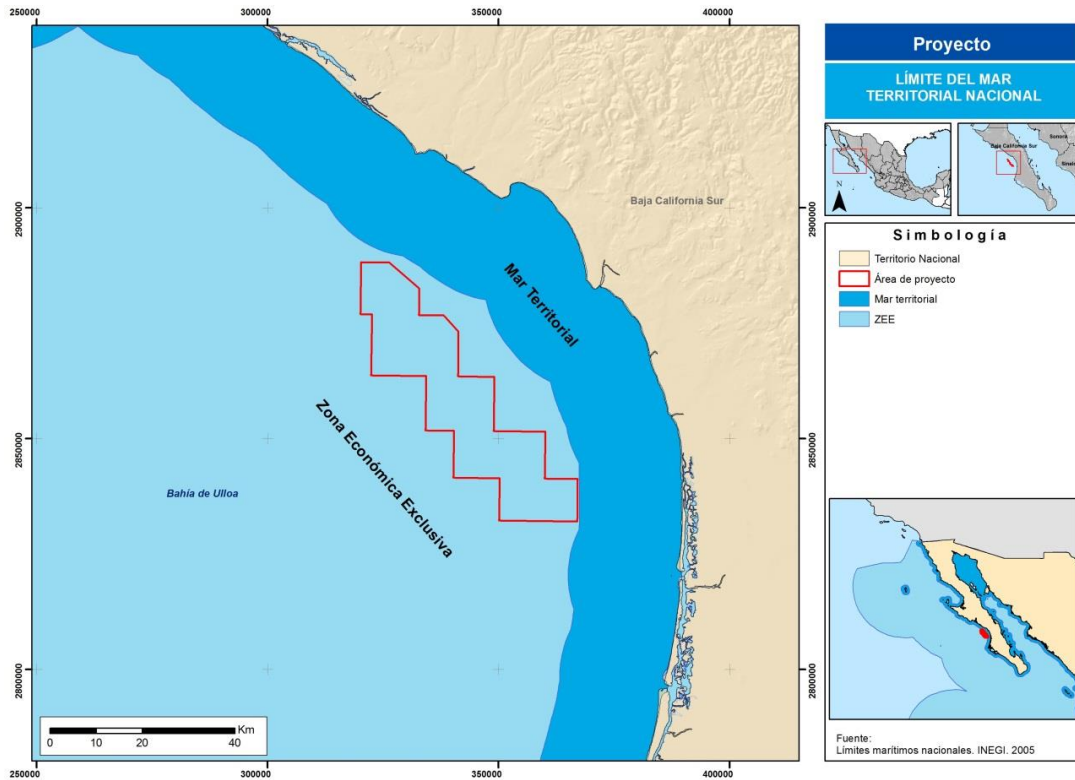


Figura II.7. Área de trabajo del proyecto, respecto a la ZEE y Mar Territorial.

Se puede observar en la diagramación de las zonas a extraer que se ha procurado alejarse de las zonas costeras y de las zonas principales de pesca.

A continuación se muestran las coordenadas de las cinco áreas de trabajo definidas para el proyecto:

Tabla II.1. Coordenadas en UTM del área de trabajo del proyecto.

Área de trabajo	Vértice	X	Y
1	1	320219.7735	2888245.0672
	2	320093.5747	2876985.1282
	3	332742.8208	2876817.2263
	4	332802.2359	2882576.2899
	5	326321.0890	2888162.1955
2	1	322580.9407	2876951.1449
	2	338105.9250	2876749.7333
	3	341325.9677	2873215.4111
	4	341208.0897	2863471.1823
	5	322401.7035	2863711.7841

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Área de trabajo	Vértice	X	Y
3	1	334340.8658	2863555.9195
	2	349111.9409	2863378.0954
	3	348977.3044	2851624.3829
	4	334193.0377	2851801.6861
4	1	340340.1826	2851725.9549
	2	360127.4933	2851501.6114
	3	360019.8721	2841320.7611
	4	340217.3244	2841544.5311
5	1	350221.6634	2841427.7850
	2	367126.0370	2841247.6713
	3	367034.4066	2832086.8618
	4	350118.3676	2832266.5587

La siguiente imagen muestra la distribución de las cinco áreas de trabajo del proyecto.

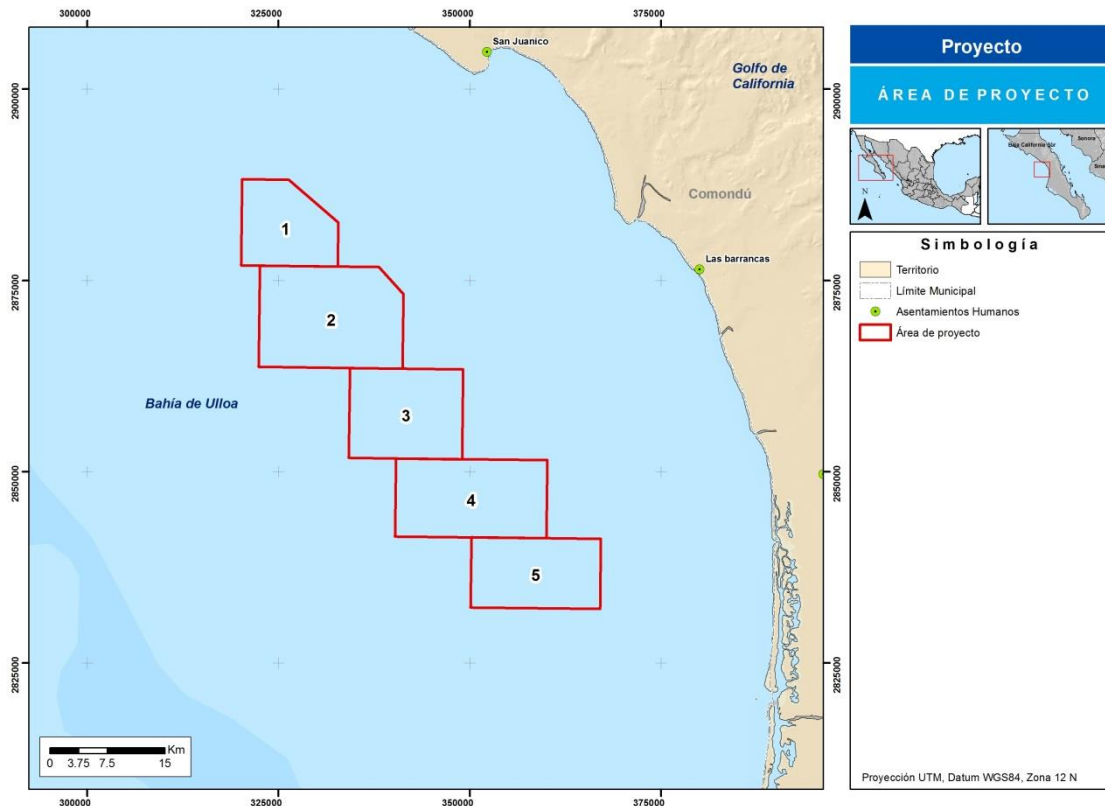


Figura II.8. Distribución de las cinco áreas de trabajo del proyecto.

A continuación se muestran las coordenadas de cada una de las cinco áreas de trabajo definidas para el proyecto:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla II.2. Coordenadas en UTM de cada una de las 5 áreas de trabajo del proyecto.

1 Norte		
Punto	Longitud	latitud
1n	-112.7977838	26.1022174
2n	-112.797494	26.000577
3n	-112.671135	26.000577
4n	-112.671278	26.052565
5n	-112.736783	26.102217
2 Norte-centro		
Punto	Longitud	latitud
1nc	-112.772647	26.000577
2nc	-112.617559	26.000577
3nc	-112.584968	25.969031
4nc	-112.584968	25.881062
5nc	-112.772647	25.881062
3 Central		
Punto	Longitud	latitud
1c	-112.653501	25.881062
2c	-112.506088	25.881062
3c	-112.506088	25.774948
4c	-112.653501	25.774948
4 Sur-centro		
Punto	Longitud	latitud
1sc	-112.592209	25.774948
2sc	-112.394906	25.774948
3sc	-112.394906	25.68303
4sc	-112.592209	25.68303
5 Sur		
Punto	Longitud	latitud
1s	-112.492532	25.68303
2s	-112.324101	25.68303
3s	-112.324101	25.600319
4s	-112.492532	25.600319

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

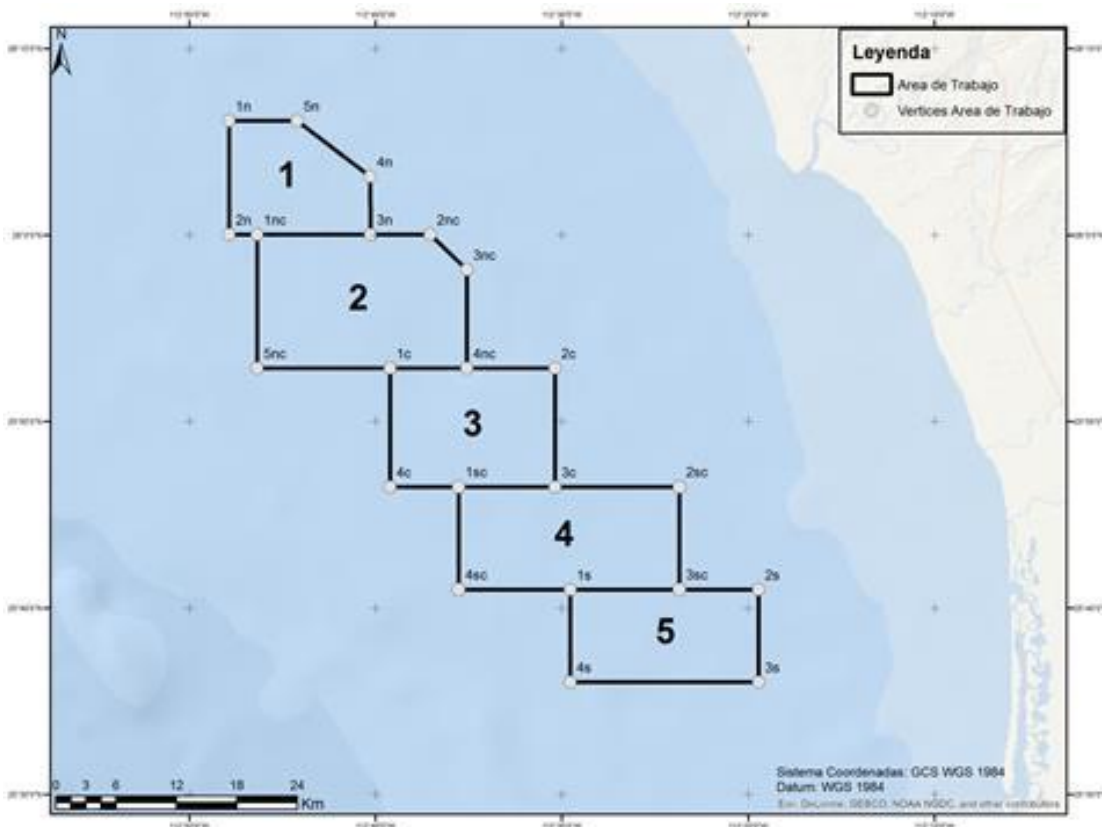


Figura II.9. Distribución de cada una de las cinco áreas de trabajo del proyecto.

II.1.4 Inversión requerida

El capital invertido aproximado y sujeto a revisión, previsto para el proyecto es de US \$357, 254,400 (\$ 5,776,803,648 moneda nacional, tipo de cambio aplicado al 3 de agosto \$16.17).

Los costos operacionales anuales previstos ascienden a \$108'931,680 USD (\$1,761,425,265.6 moneda nacional, tipo de cambio aplicado peso mexicano \$16.17). Este presupuesto es referido a bienes, servicios y salarios; en definitiva, con aspectos relacionados con la construcción de la draga y las operaciones relacionadas con el dragado.

Tabla II.3. Detalle de los costos operacionales del proyecto.

Concepto	Costos operacionales de dragado	Costo de proceso
Consumibles (Combustible,	Entre el 25% y el 35%	Entre el 35% y el 40%

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

lubricante y repuestos)		
Tripulación	Entre el 5% y el 10%	Entre el 20% y el 25%

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto está dividido en 5 áreas de trabajo y la superficie total requerida para el proyecto será de **91,267** ha. Superficie que es desglosada en la siguiente tabla.

Tabla II.4. Superficie de las 5 áreas de trabajo para el proyecto.

Área de trabajo	Superficie (Ha)
1	12,299
2	23,551
3	17,248
4	20,297
5	17,872
TOTAL	91,267

II.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Los servicios requeridos son los únicamente relacionados con el abastecimiento de víveres, refacciones y combustibles. Estos suministros se facilitarán desde los asentamientos más cercanos y los que precisen de una embarcación de mayor volumen. Se prevé el abastecimiento desde puertos como Mazatlán o Los Cabos. La promovente señala que se buscará el acuerdo con las comunidades de pescadores y con las cooperativas que demuestren interés en realizar dicho aprovechamiento y participación en el proyecto.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en el dragado de arenas fosfáticas. Esta actividad será desarrollada en dos etapas **A) Dragado** y **B) Preparación para el transporte**, de las cuales se derivan una serie de actividades que serán descritas más adelante.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El dragado se llevará a cabo mediante una draga de succión en marcha (Trailing Suction Hopper Dredge por sus siglas en inglés (TSHD) y el proceso de preparación para el transporte mediante una barcaza que contiene el sistema para desarrollar el proceso.

A través de este capítulo serán descritos todas las actividades y los procesos del proyecto.

II.2.1. Programa General de Trabajo

El objetivo para el proyecto de dragado es la extracción de 7 millones de toneladas de arena fosfática por año, durante 50 años de vida del proyecto para producir 350 millones de toneladas de arenas fosfáticas cribadas y secadas como producto final preparado para su transporte.

El dragado y bombeo de material a la barcaza será un proceso continuo de 24 horas, siete días a la semana durante 52 semanas al año. Se realizarán paros ecológicos cuando se observe migración de las Ballenas con sus ballenatos, por reparaciones y por motivos atmosféricos. La medida voluntaria ambiental de mejora (paros ecológicos) se detalla junto a otras medidas de prevención y mitigación en el capítulo VI de la presente MIA.

Semanalmente un buque de transporte se dirigirá a la planta de proceso en la barcaza, para proceder a la recogida del producto y así poder transportarlo al mercado. La frecuencia de este tipo de fletes dependerá del volumen del barco receptor. Se ha calculado una frecuencia aproximada de una vez cada 15 días; sin embargo, esta frecuencia se determinará cuando se escoja el volumen de la barcaza de almacenamiento.

El proyecto está subdividido en cinco etapas de trabajo, que serán desarrolladas en períodos aproximados de 10 años cada uno para un período total de 50 años.

El proceso extractivo se realizará en franjas lineales a lo largo del yacimiento de arenas fosfáticas cuyas dimensiones varían de manera regular, pero se podrían aproximar a unos 3.5 kilómetros de distancia media. Se ha calculado de forma general y sujeta a las variaciones geo-mineralógicas del yacimiento que anualmente se extraerán 300 metros lineales. De esta forma el Área de Dragado Activa (ADA)

anualmente tendrá una extensión promedio de 1 Km². El espesor del yacimiento a dragar oscila entre 3 y 7 metros como máximo.

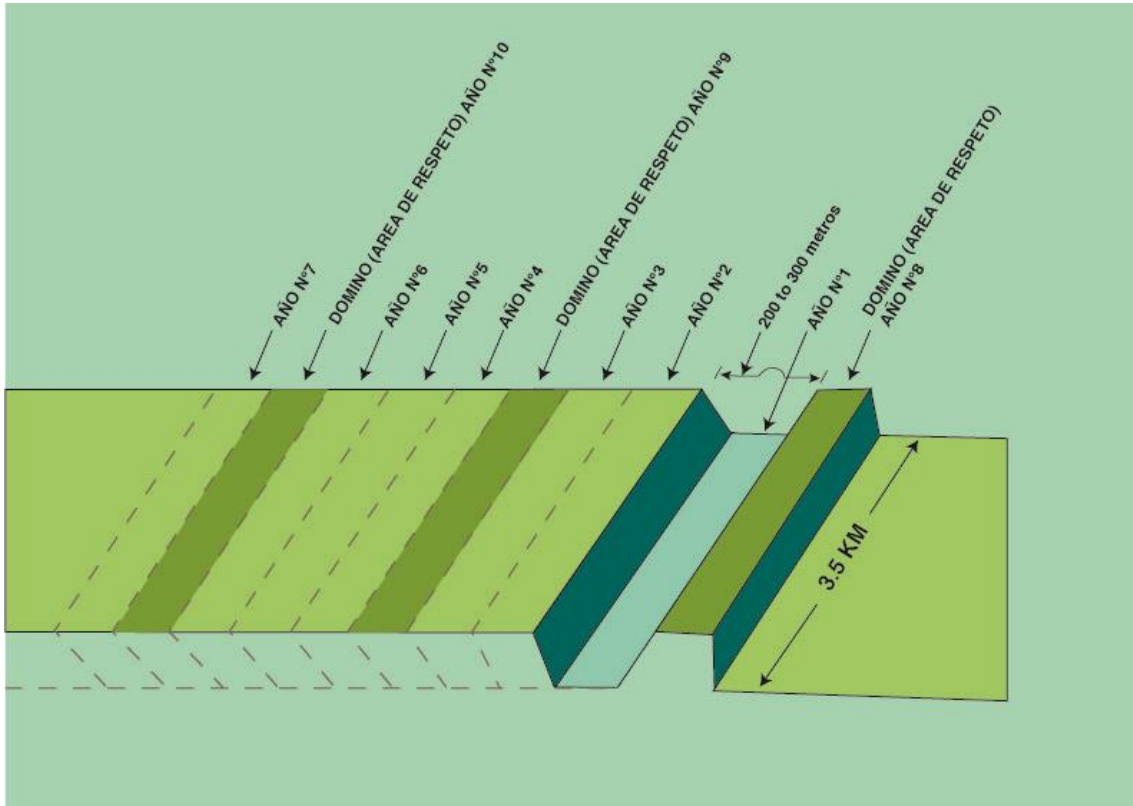


Figura II.10. Se muestran las áreas de trabajo y la secuencia de trabajo para una década.

II.2.2. Preparación del sitio

No se consideran actividades de preparación del sitio en los polígonos del proyecto.

II.2.4. Etapa de construcción

Debido a la naturaleza del proyecto, no se tiene contemplada etapa de construcción.

II.2.6. Operación y Mantenimiento

II.2.6.1. Operación

El proyecto se compone de dos etapas **A) Operación y Mantenimiento de la Draga (Dragado)** y **B) Operación y Mantenimiento de la Barcaza (Preparación para el transporte)**.

En la siguiente tabla se indican las acciones derivadas de las dos fases que componen al proyecto.

Tabla II.5. Fases y acciones del proyecto.

Fases	Acciones
Operación y mantenimiento de la Draga (Dragado)	Dragado (remoción y extracción) de arenas fosfáticas y su descapote
	Carga en tolva
	Desplazamiento de draga
	Mantenimiento y limpieza
	Bombeo de material dragado a la barcaza
Operación y mantenimiento de la Barcaza (Preparación para el Transporte)	Proceso de enjuague
	Separación y cribado mecánico
	“Overflow” de conchas y material de mayor tamaño
	Vertido de agua de enjuague
	Manejo y almacenamiento de combustibles
	Áreas de oficinas y servicios (Manejo de residuos)
	Mantenimiento y limpieza

A) Operación y Mantenimiento de la Draga (Dragado)

Para llevar a cabo las actividades de Dragado se utilizará una draga de succión en marcha (TSHD). De acuerdo a la literatura científica y a la gran experiencia acumulada en países de todo el mundo incluyendo México, las dragas TSHD por su propio diseño minimizan la suspensión de sólidos en las áreas dragadas. Por ello se usan de manera general en mares, ríos, estuarios, regeneraciones de playas y canales de navegación. Por lo tanto, estas dragas han sido seleccionadas por su diseño y eficiencia de alta tecnología para trabajar en Baja California Sur.

Criterios para de selección de la Draga

Las dragas TSHD por su propio diseño minimizan la suspensión de sólidos en las áreas dragadas. En la tabla que presentamos a continuación detallamos sus características, funcionamiento y hacemos un análisis comparativo con otros sistemas de dragado alternativo que evidencian bajo un argumento sólido, el por qué se ha seleccionado una draga de succión en marcha. El área de trabajo para el dragado se encuentra en aguas abiertas, a 80 metros de profundidad; condiciones que presentan ciertas limitaciones para el resto de tipos de dragas, con la excepción de las dragas de succión en marcha TSHD y algunos tipos de dragas de almejas con adaptaciones especiales.

La selección de la draga TSHD se torna una elección natural basada en el diseño y adecuación al tipo de fondo y condiciones de mar abierto del SAR. Este método de dragado propuesto, presenta además la ventaja adicional que ha sido empleado muy frecuentemente en la industria de la extracción de agregados del fondo marino; por lo tanto, sus impactos ambientales han sido bien estudiados.

Una draga de succión en marcha es un buque autopropulsado que carga una cántara a sus bodegas durante el dragado. El material dragado puede ser bombeado nuevamente desde el interior de la cántara de la draga hacia otra embarcación o en circunstancias en las que el dragado se produzca a escasos kilómetros de la costa, se podría bombear a la propia costa como medida de regeneración de playas, mediante una manguera flotante. La draga TSHD se destaca por su versatilidad y su empleo en ríos, canales, estuarios y en mar abierto.

Esta versatilidad se atribuye principalmente a que su estructura es idéntica al casco de un buque convencional y no de un pontón, como ocurre en el otro tipo de dragas comparadas. Esto hace que las dragas TSHD no precisen de un atraque o de un amarre y tengan una magnífica navegabilidad y capacidades marineras.

Habitualmente, este tipo de dragas vienen equipados con uno o dos brazos de succión.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla II.6. Análisis comparativo para la selección óptima de dragas en función de profundidad, condiciones del agua y tipo de sustrato.

Tipo de draga	Profundidad de trabajo- 80m	Condiciones del mar- mar abierto con olas largas	Tipo de sustrato-no cohesivo, arena granular
Draga de cuchara	Agua muy profunda	Muy expuesta	Demasiado fino
Draga de cortadura	Agua muy profunda	Muy expuesta	Demasiado fino
Draga retroexcavadora	Agua muy profunda	Muy expuesta	Útil en fondos más cohesivos
Draga de almeja	Su uso sería posible, pero el agua es profunda y no es recomendable	Expuesta, habría que hacer unas adaptaciones al buque	Es preferible para suelos cohesivos. A tanta profundidad es complicado mantener el producto dragado dentro de la almeja.
Draga de succión en marcha TSHD	Dentro de sus capacidades	Buen comportamiento en aguas abiertas	Tipo de sustrato ideal para la TSHD

La empresa que llevara a cabo el dragado será la empresa Boskalis que es a nivel mundial la más grande y más experimentada en sistemas de dragado, siendo un líder en innovación tecnológica con énfasis en la protección medioambiental. **Claramente todos y cada uno de los diferentes sistemas que hoy existen en la industria de dragado, tanto experimentales como tradicionales, han sido analizados y probados a cabalidad en los miles de proyectos que la empresa Boskalis ha realizado en todos los mares.**

El dragado es una ciencia en continua evolución, por lo que resulta difícil hacer una selección definitiva para cada reto que se presenta. No obstante, se puede distinguir claramente entre las diferentes formas de dragado que, a lo largo del tiempo, han permitido tomar decisiones prácticas en beneficio de los gobiernos y entidades privadas, buscando minimizar el impacto de las obras sobre el entorno ambiental y social de un proyecto.

En el caso del proyecto, la selección de la metodología se simplifica debido a las características muy particulares del proyecto: su significativa profundidad, posición expuesta y estrictos requerimientos ambientales.

A continuación se ofrece una síntesis basada en una ponencia que el Dr. Gerard van Raalte presentó en una conferencia científica organizada por la CEDA (Asociación de Dragado Central, por sus siglas en inglés). La ponencia recopila los conocimientos de las diferentes metodologías de dragado y los compara desde un punto de vista ambiental. El Dr. Van Raalte se basó en el libro *Environmental Aspects of Dredging* (Taylor & Francis, 2008, 400 pp., ISBN: 978-0-41545-0805), cuyo título se traduce como “Aspectos Ambientales del Dragado”.

Definición de criterios

Los criterios que se utilizaron en la evaluación del método seleccionado son los siguientes:

1. Factibilidad técnica
2. Seguridad del personal y terceros
3. Re suspensión de material
4. Ruido generado
5. Efectos sobre el fondo y sistema marino
6. Efectos secundarios de transporte

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla II.7. Métodos de dragado.

Tipo de Draga	Método	Profundidad máxima	Transporte
Draga de cortador	Corte y Succión	40 m	Gánguiles
Draga de succión estacionaria	Succión	150 m	Gánguiles
Draga de succión en marcha/Tolva	Succión	120 m	Tolva
Draga de almeja/Cuchara	Corte	100 m	Gánguiles
Draga retroexcavadora	Corte	25 m	Gánguiles

Fuente: <<http://ocw.tudelft.nl/courses/offshore-engineering/dredging-processes/readings/>> de la Delft University of Technology, Departamento de Ingeniería Offshore.



Figura II.11. Draga de cortador.

Tabla II.8. Evaluación comparativa de métodos.

Tipo de draga	Factibilidad técnica	Seguridad	Re suspensión	Ruido generado	Efectos marinos	Efectos de transporte
Cortador	--	//	-	--	-	//
Succión estacionaria	+	//	//	//	-	//
Succión en marcha/Tolva	+	+	//	//	//	+
Almeja/Cuchara	//	-	//	//	//	-
Retroexcavadora	--	-	-	//	+	-

+ Efecto positivo. // Efecto neutro. - Efecto negativo

Factibilidad técnica

Sólo las dragas de succión estacionarias y en marcha/tolva tienen la capacidad técnica para alcanzar las profundidades del proyecto. La draga de almeja presenta problemas por el cableado necesario y ciclo de operación.

Las dragas de cortador y retroexcavadora no son técnicamente factibles por las limitaciones en el largo máximo del implemento de excavación.



Figura II.12. Draga de succión estacionaria.

Seguridad

La seguridad de la tripulación en las dragas Almeja/Cuchara y Retroexcavadora se ve seriamente afectada por las ondas marinas comunes en la zona expuesta de la concesión, en combinación con el bajo francobordo de estas embarcaciones. Las dragas Cortador y Succión estacionaria son igualmente vulnerables a marejadas y pasarían gran parte del año en puerto. Únicamente la draga Succión en marcha/Tolva cuenta con la maniobrabilidad y características capaces de superar la mayoría de las condiciones meteorológicas previstas.

Re suspensión de material del fondo

Tanto la draga Cortador como la Retroexcavadora utilizan metodologías que dificultan controlar la suspensión de material durante el proceso de dragado; el cortador por las revoluciones de su implemento cortante y la retroexcavadora por las pérdidas de su cuchara abierta al levantar el material. Las dragas Succión estacionaria y Succión en marcha/Tolva cuentan con tuberías separadas, por lo que el material no puede mezclarse con el ambiente durante su transporte a la superficie. Igualmente, si bien la draga de almeja puede cerrar su cuchara, la experiencia indica que siempre hay pérdidas, además del material que se adhiere al fondo del implemento (ese material se va desprendiendo a medida que el implemento es elevado y se deposita en el fondo de éste).



Figura II.13. Draga de succión en marcha.

Ruido generado

El ruido generado por la draga de cortador es mucho mayor que el resto de las dragas debido a la gran potencia instalada y las múltiples acciones simultáneas que requiere. Las dragas Succión estacionaria y Succión en marcha/Tolva cuentan con un proceso continuo y relativamente silencioso que normalmente sólo requiere la mitad de su potencia instalada. Las dragas Almeja/Cuchara y Retroexcavadora, por su naturaleza,

funcionan en ciclos, por lo que el ruido generado tiene picos intensos y periodos calmos.



Figura II.14. Draga de almeja.

Efectos marinos

Tanto las dragas Cortador como Succión estacionaria tienen un efecto casi instantáneo sobre un área relativamente extensa del fondo marino, tanto por la rapidez de movimiento y destructividad de uno (promedio 25 m/min con cortador) como el gran diámetro y profundidad del cono de succión del otro. Las dragas Succión en marcha/Tolva y Almeja/Cuchara cubren también una superficie significativa pero reducen su impacto a una capa fina (p. e. 15 cm para la draga Succión en marcha/Tolva) o una sola almeja de $>50 \text{ m}^2$ por ciclo. En este aspecto la draga Retroexcavadora es la de menor efecto, ya que cada cucharada penetra más profundo pero sobre una menor superficie (p. e. $<20 \text{ m}^2$ por ciclo).

Efectos de transporte

Con excepción de la draga Succión en marcha/Tolva, todas las otras dragas requieren de gánguiles (barcazas), normalmente empujadas por remolcadores. Esto crea un incremento significativo en la producción de ruido y perturbación al ambiente y

actividades de pesca. Las dragas Almeja/Cuchara y Retroexcavadora tienen un efecto más negativo en este aspecto, ya que su diseño imposibilita el uso de gánguiles de mayor porte, resultando en un mayor tráfico de gánguiles.



Figura II.15. Draga retroexcavadora.

Resultados

Con base en este análisis objetivo por parte de una de las máximas autoridades del dragado, adaptado a las circunstancias particulares de este proyecto, se puede deducir una clara jerarquía en el tipo de draga a ser utilizada. La conclusión en el balance es que, en este contexto, la draga de succión en marcha (draga de tolva) es la menos perjudicial a la seguridad y al ambiente.

Tabla II.9. Tabla comparativa sintética de tipo de dragado y efecto al medio ambiente.

TIPO DE DRAGA	EFEECTO POSITIVO	EFEECTO NEUTRO	EFEECTO NEGATIVO	JERARQUÍA RESULTANTE
I. Cortador	0	2	4	5o / No aplicable
II. Succión estacionaria	1	4	1	2o
III. Succión en marcha / Tolva	3	3	0	1o
IV. Almeja / Cuchara	0	4	2	4o
V. Retroexcavadora	1	1	4	3o / No aplicable

Funcionamiento de la draga TSHD (Succión en marcha/Tolva)

El material es aspirado a través de los tubos de dragado mediante una o varias bombas y es dirigido al interior de la cántara de almacenamiento.

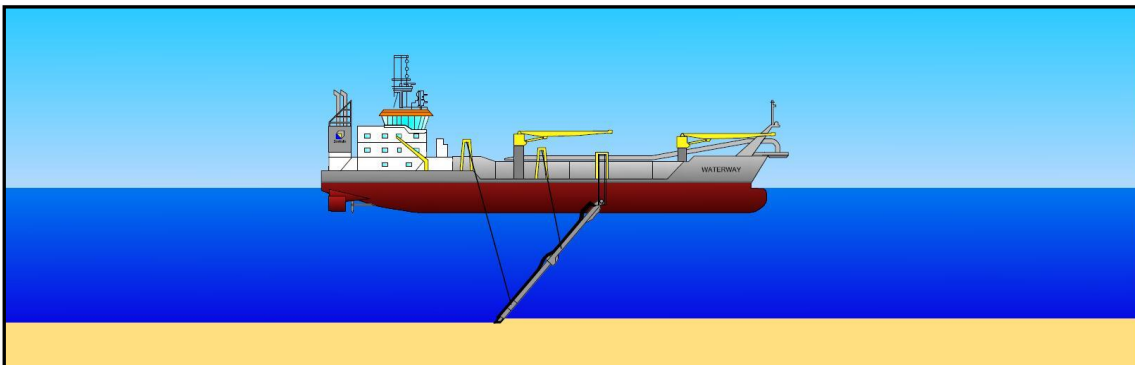


Figura II.16. Diagrama de ejemplo de draga de succión en marcha equipada con un solo brazo de succión.

Las dragas de succión en marcha se identifican por el tamaño de su cántara la cual puede variar desde unos pocos cientos de metros cúbicos hasta más de 40.000 m³. Actualmente las propias dragas de gran volumen se emplean como buques mercantes

utilizando sus bodegas y cántaras para el transporte de material dragado a las zonas en tierra donde las arenas fosfáticas son tratadas.

El tubo de succión termina en una cabeza de dragado, que puede ser de un diseño simple o puede incorporar un sistema de propulsión a chorro, asimismo pueden tener cuchillas o dientes que faciliten la succión. La función de la cabeza de dragado es facilitar el flujo del material por el tubo de dragado de la manera más eficaz posible.

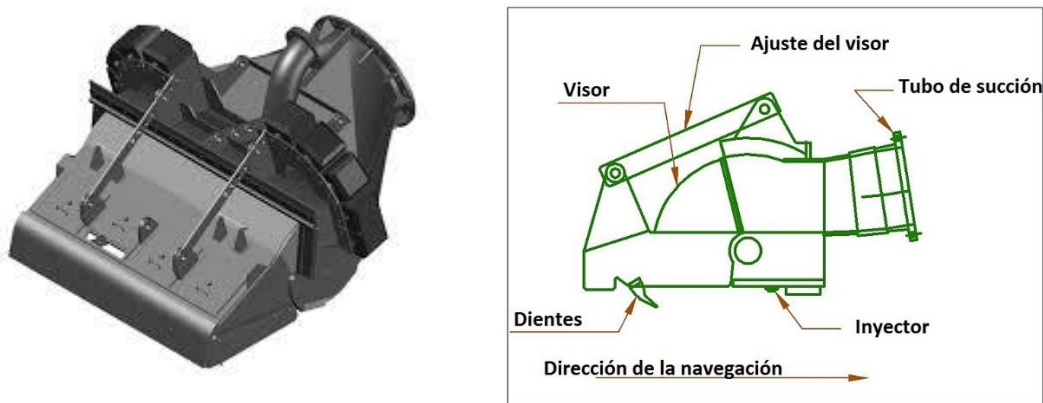


Figura II.17. Cabezal de draga (izquierda) y diagrama de sus partes (derecha).

Una draga TSHD funciona de un modo parecido al que lo haría un aspirador; mientras navega a una velocidad muy reducida, moviéndose muy lentamente, a una velocidad de uno o dos nudos, va aspirando el fondo marino y almacenándolo en la cántara.

Un dato muy relevante, es que cualquier agua que se mezcle con los sedimentos y se almacene en la cántara, se evacuará del barco a través de un tubo de descarga situado en el fondo del casco de la TSHD. Todo el material es bombeado a la barcaza.

Una vez que la cántara está llena, la draga procede a su descarga empleando la misma bomba que utilizó para el dragado, esta vez para bombear el material hacia el lugar escogido. En nuestro caso, el bombeo se realizará mediante un tubo flotante a la barcaza de proceso.

Por lo tanto, la draga TSHD opera realizando pasadas de aspiración en capas regulares y a la misma profundidad. Esta precisión las convierte en las dragas más apropiadas para los canales y para la gestión de los substratos que se hayan extraído. Hoy por hoy son las dragas más comunes para el mantenimiento de puertos, para la obra civil en general y sobre todo para la colocación de ductos y cables submarinos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

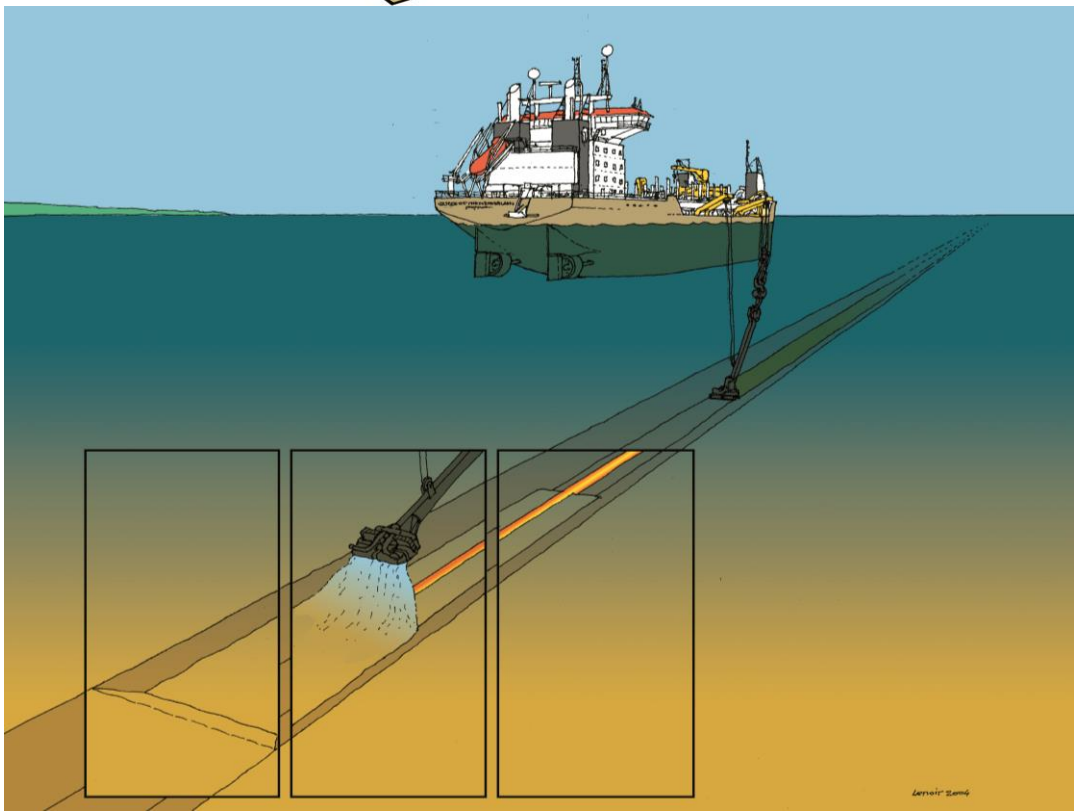
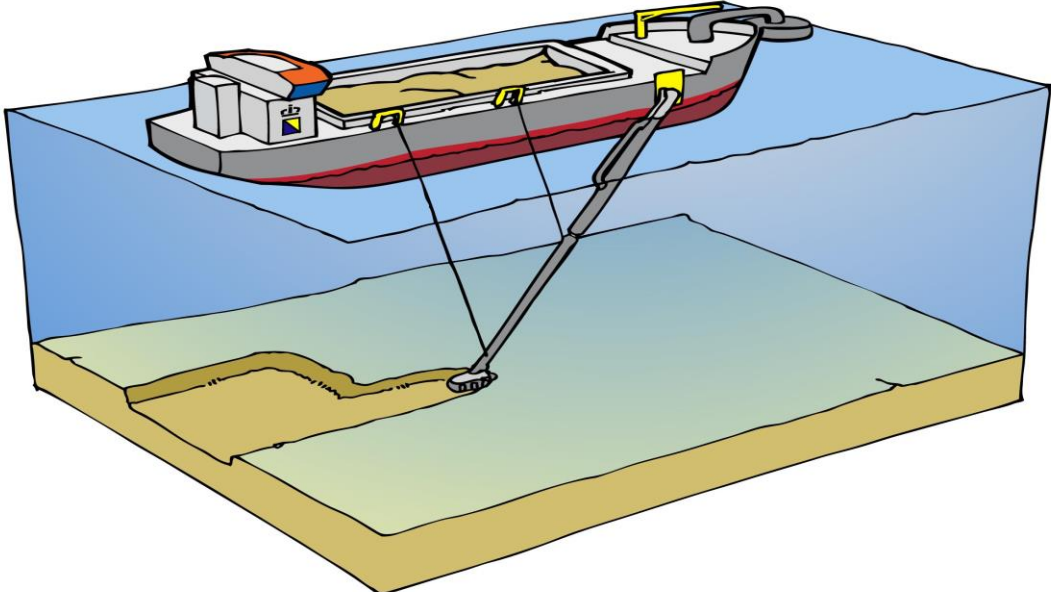


Figura. II.18. Diagrama de draga de succión en marcha mostrando el dragado de una zanja submarina y unas ampliaciones que muestran el sistema de cubrición de un ducto.

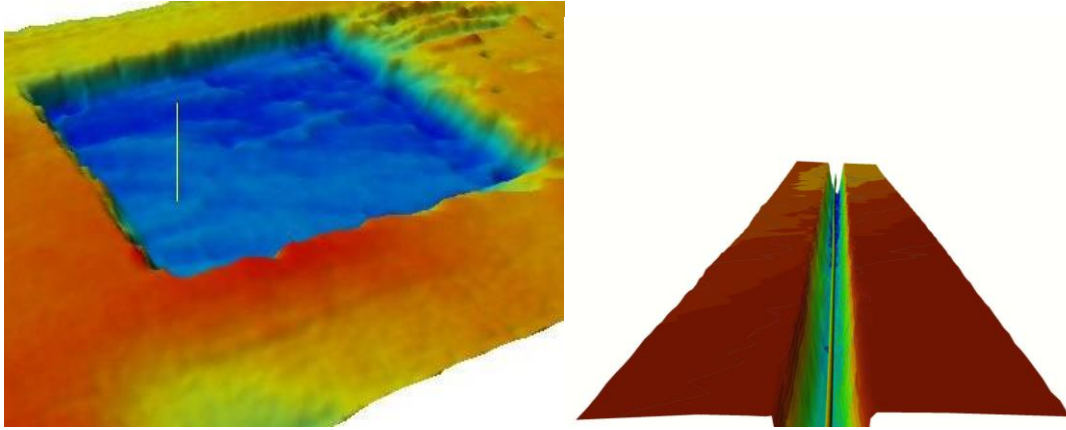


Figura. II.19. Imágenes de sonda multihaz que muestran trabajos reales en el fondo marino de una draga TSHD como la que proponemos para el área del proyecto. Obsérvese la precisión del dragado realizado en el sustrato.

Métodos de descarga de sedimentos

Exploraciones Oceánicas ha adoptado el sistema de descarga de arenas y conchas con el menor impacto al medioambiente y al entorno, que consiste en un único tubo ecológico de 73 metros de longitud, que descarga muy cerca del fondo marino. A continuación se exponen para efectos comparativos, diferentes escenarios utilizados a nivel mundial dentro de la industria del dragado. Se puede evidenciar claramente que la reducción en la huella de sedimentación es dramática al adoptar este nuevo método de descarga, comparándolo con los otros modelos que se utilizan en la actualidad. De esta forma, se pretenden resumir las implicaciones ambientales que para las operaciones de dragado y descarga fueron consideradas, y el empleo de un tubo ecológico de 73 metros de profundidad, modelo que ha sido seleccionado como la opción preferida.

Opciones consideradas

El dragado se efectuará con una draga de succión en marcha (TSHD) con capacidad de 5000 m³ y equipada con un cabezal de dragado diseñado para dragar a 80 metros de profundidad. Este método de dragado ha sido utilizado desde hace muchos años a nivel mundial para dragados principales, de mantenimiento y dragado de agregados marinos empleado en trabajos de obra civil costera y la industria de la construcción.

Los impactos ambientales de este método de dragado han sido bien estudiados y financiados en un programa de investigación conocido como ‘Fondo de impuesto agregado de sostenibilidad’ administrado por el departamento del medio ambiente, alimentos y relaciones rurales (Defra) del gobierno del Reino Unido.

Los sedimentos dragados son bombeados al compartimiento de carga (cántara). Estos sedimentos contienen grandes cantidades de agua y una práctica común es que son devueltos al mar junto con las arenas finas suspendidas a través de salidas para que se produzca el rebosamiento. Las dragas de agregado se emplean principalmente en los depósitos de material más grueso, por lo tanto el contenido del desbordamiento es generalmente mínimo. Sin embargo, donde los depósitos del dragado contienen cantidades significativas de material fino, la opción preferida es descargar el desbordamiento por el casco inferior de la draga, usualmente por medio de una “válvula verde”. Éstas están diseñadas para evitar la entrada de burbujas de aire en el agua descargada, minimizando la posibilidad de que la pluma suba a la superficie del mar y reduciendo considerablemente su movilidad.

Para este proyecto se consideraron tres opciones principales para minimizar los impactos ambientales potenciales en la columna de agua y en el fondo marino, que se encuentran a continuación:

- **“Mejor Practica” lo normal de la industria:** La descarga del desbordamiento de material se realiza a través del casco inferior de la embarcación a 7 metros de profundidad por medio de la “válvula verde”. En la propuesta inicial del proyecto Don Diego, la descarga de las conchas y arenas separadas por hidrociclones en la embarcación de procesamiento (FPSP) también sería descargada a través del casco inferior de la embarcación a 7 metros de profundidad de la superficie del mar.
- **“Superior a la Mejor Practica de la industria”** este es el escenario de descarga del rebosamiento de agua de la draga TSHD a 40 metros y a 60 metros de profundidad desde la barcaza FPSP. Esta opción se consideró para asegurar que cualquier impacto producido por el material de desbordamiento de la embarcación de procesamiento se dispersara durante el vertido. El objetivo es que la descarga se realice por debajo de la capa de temperatura de discontinuidad (‘picnoclina’) la cual separa las aguas de la superficie donde ocurre la mayoría de la producción primaria por el fitoplancton (zona eufótica). La profundidad de 40 metros fue seleccionada para la draga TSHD como la profundidad máxima en la cual se puede operar con seguridad

empleando una tubería de descarga en una draga en movimiento y a la misma vez, asegurando que la descarga se realice por debajo de la picnoclina. Una descarga de agua a mayor profundidad es posible desde la FPSP porque esta, está estacionaria excepto cuando es movilizadada para maniobras de descarga o reposicionamiento para el bombeo.

- **“Mejor Practica Posible”** este escenario es donde se bombea desde la draga TSHD a la embarcación de procesamiento FPSP toda la carga de sedimento y agua y luego devolviendo la combinación de sedimentos de ambas embarcaciones al fondo marino por medio de un ‘eco-tubo’ a 73 metros de profundidad. Esta opción elimina por completo la descarga de la TSHD de sedimentos suspendidos y reduce enormemente la huella de dispersión y sedimento en el fondo marino porque la columna de agua por la cual la dispersión tendrá lugar, será reducida aproximadamente 10 metros, en lugar de la columna de agua completa de 80 metros de profundidad. La devolución de sedimentos cercana al fondo marino a una profundidad de 73 metros vía ‘eco-tubo’ también facilitará la labor de colocar el material en áreas que han sido dragadas anteriormente, reduciendo cambios en la batimetría en estas áreas.

Consecuencias ambientales de las opciones de descarga

Opción 1. Metodología de la Mejor Practica de la Industria.

Las propuestas iniciales para el proyecto Don Diego fueron adoptadas de la “Mejor Practica” internacional para descargar por rebosamiento de una draga TSHD y separar las conchas y arenas de la FPSP por medio del casco inferior de la embarcación a 7 metros de profundidad. Los modelos de simulación que fueron desarrollados por HR Wallingford empleando detalles de las condiciones de la hidrográfica local obtenidos por medio de estudios de parámetros locales, combinados con datos oceanográficos más complejos (HYCOM) del Pacífico Este, fueron utilizados para predecir los contornos de la dispersión y sedimentación que se supone ocurrirían en el área alrededor de donde operan la TSHD y la FPSP en diferentes condiciones durante el año, debido al cambio de vientos y corrientes.

Zona de Dispersión Predicha

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Los resultados para los contornos de dispersión de sedimento descargados por el casco inferior de la TSHD y la FPSP de acuerdo a la “Mejor Practica” de la industria se encuentran resumidos en la figura II.20. La figura muestra la huella del incremento significativo por la concentración de sedimento suspendido en la columna de agua empleando el rebosamiento por la TSHD y la arena y conchas de la FPSP siendo devueltas al fondo marino por medio de una “válvula verde” ubicada en el casco de la embarcación a 7 metros de profundidad bajo el casco de la embarcación.

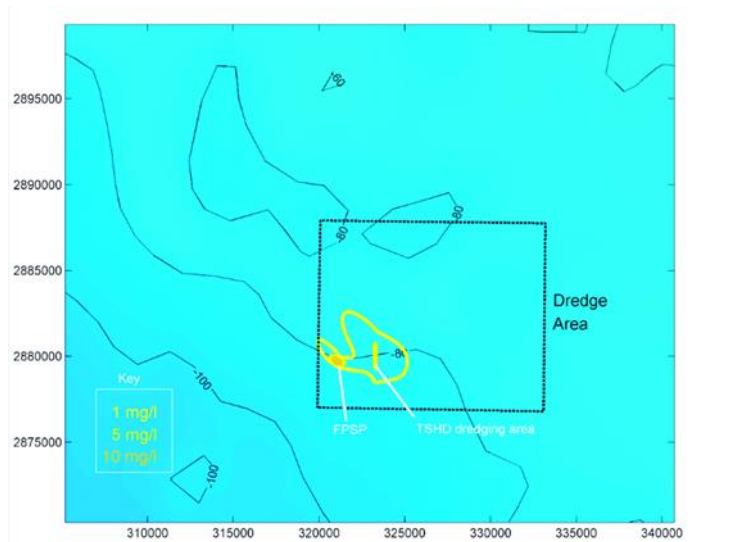


Figura II.20. Huella predicha del incremento significativo de la concentración de sedimento suspendido seguido por la descarga del casco inferior a 7 metros de profundidad modelo típico de la “Mejor Practica” de la industria.

Los efectos de la descarga del sedimento en el fondo marino.

La huella del sedimento depositado en el fondo marino por la TSHD y la FPSP también puede ser estudiado con el modelo de simulación. La figura II.21 muestra los contornos de deposición predichos cuando la descarga del desbordamiento de agua de la TSHD y el material seguido a la separación del FPSP son descargados utilizando los métodos de “Mejor Practica” de una “válvula verde” ubicada debajo del casco de las embarcaciones.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

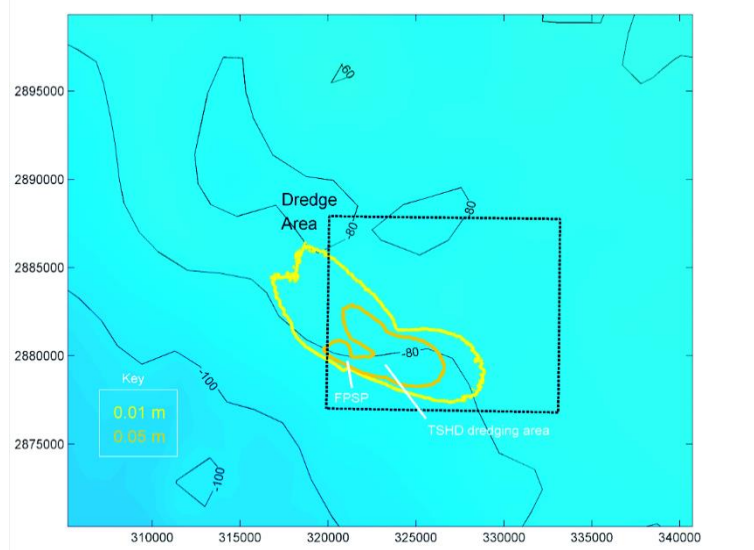


Figura II. 21. Estimado anual de la deposición de sedimento fino ($< 63 \mu\text{m}</math>) seguido por la descarga del casco inferior de la draga TSHD y la embarcación de procesamiento FPSP a 7 metros de profundidad de acuerdo con la “Mejor Practica” de la industria. El área dentro del contorno de deposición anual de 0.01 m (amarillo) es tanto como 49.2 km^2 para la “Mejor Practica” de la industria de aplicando una descarga desde el casco a 7 metros de profundidad.$

Opción 2. Superior a la Mejor Practica de la industria

Zona de Dispersión Predicha

Estos resultados para la dispersión siguiendo la “Mejor Practica” de la industria de descargando a través del casco inferior de la draga ahora pueden ser comparados con los resultados del modelo de simulación que muestra las dimensiones de la dispersión de la pluma de la segunda opción de descarga a 40 metros de profundidad de la draga TSHD y a 68 metros de profundidad de la barcaza FPSP. La figura II.22 muestra que la huella en la concentración de sedimento suspendido es reducido muy significativamente cuando se utiliza un tubo extendido de 40 metros de profundidad en la TSHD y de 68 metros en la FPSP.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

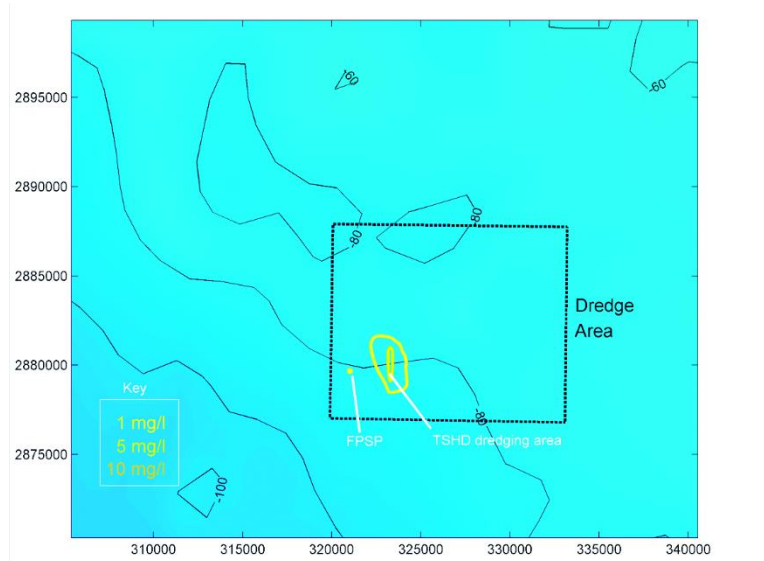


Figura II.22. Huella del predicho incremento significativo en la concentración de sedimento suspendido, este es el escenario empleando un tubo de descarga a 40 metros de la TSHD y a 68 metros de la FPSP.

Los efectos de la descarga de sedimento en el fondo marino

La deposición predicha de las opción con la tubería de descarga de la TSHD a 40 metros de profundidad y a 68 metros de profundidad de la FPSP ahora pueden ser comparados con las básicas de “Mejor Practica” de la industria que aparecen en la Figura II.21.

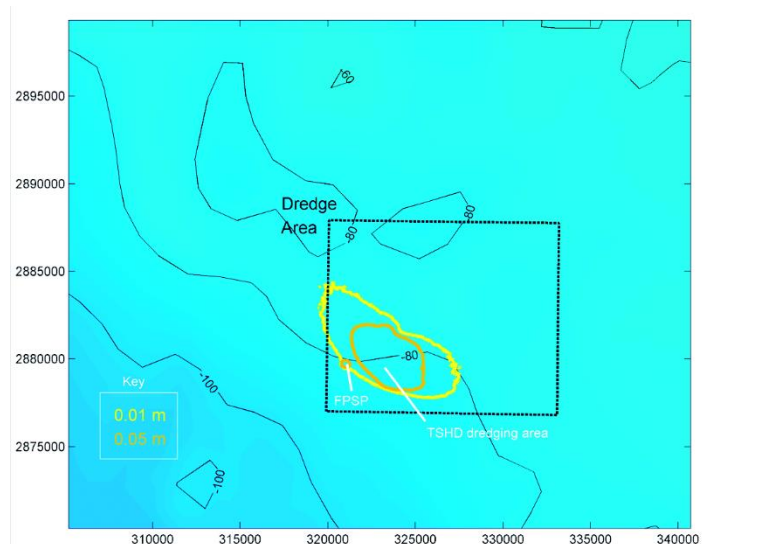


Figura II. 23. Estimado anual de la deposición de sedimento fino (<math>< 63 \mu\text{m}</math>) – escenario con tubería de descarga a 40 metros del la TSHD y a 68 metros de la FPSP.

La figura II.23 demuestra que la huella de la deposición se reduce significativamente al utilizar la tubería de descarga de la TSHD y la FPSP. El área dentro del contorno de

deposición anual de 0.01 m (amarillo) es de 49.2 km² para la “Mejor Practica” de la industria de descarga desde el casco a 7 metros de profundidad. (Ver Figura II.21) Donde el área correspondiente de la deposición del fondo marino se reduce a 27,3 km² cuando las tuberías a 40 m y 68 m se aplican a la TSHD y la FPSP respectivamente. Es decir, la huella de deposición se reduce casi un 45% por el uso de tubería de descarga tanto de la TSHD como de la FPSP.

La reducción de la huella de los sólidos suspendidos y el sedimento en el fondo marino fue la base de las propuestas hechas en la revisión de la MIA en junio 2015.

Opción 3. MEJOR PRÁCTICA POSIBLE

Predicción en el área de dispersión

La tercera opción que se consideró fue la de combinar las descargas, tanto de la TSHD y de la FPSP y descargar el material cerca del lecho marino a una profundidad de 73 metros. La figura II.24 muestra la huella del incremento en la concentración del sedimento suspendido en la primera franja en el momento en que la descarga se realiza cerca del lecho marino mediante el tubo de descarga colocado en la barcaza (FPSP). Claramente podemos observar que cuándo la descarga se realiza cerca del lecho marino, redonda en una virtual eliminación de la pluma de dispersión en la columna de agua. La pluma no se extiende más allá de 200 metros del punto de descarga y no se prevé pluma de dispersión de sedimentos, más allá de 4 metros sobre el lecho marino.

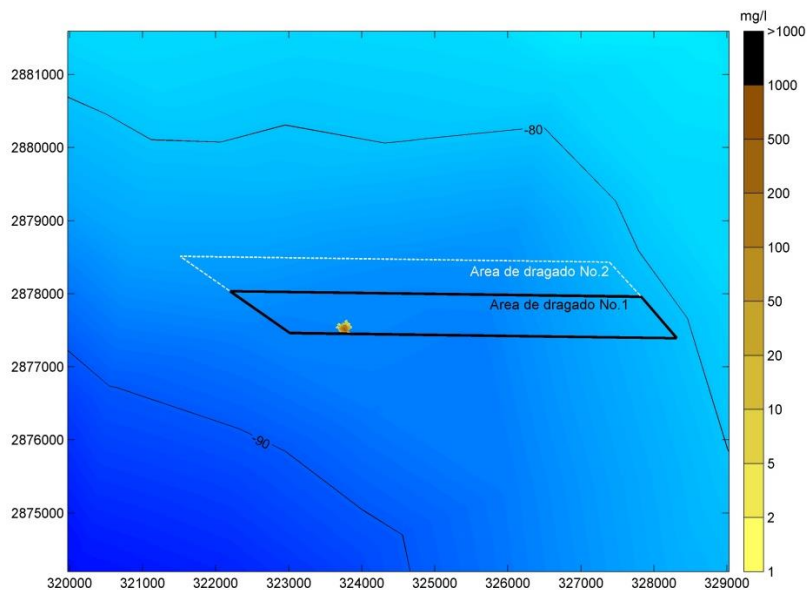


Figura II. 24. Captura de imagen de la huella del incremento en la concentración de sedimento suspendido previsto en un momento determinado en el tiempo desde un tubo de descarga a 73 metros de profundidad, combinando la descarga desde la barcaza de proceso (FPSP)

El pico previsto de concentración de sedimento suspendido cercano a lecho marino es inferior a 4 metros sobre el fondo, calculado para un periodo de dos semanas de dragado durante el influjo de la corriente desde el noroeste y que podemos observarlo en la figura II.25. Esto muestra esencialmente que existe una muy pequeña zona dónde existe una concentración de sedimento suspendido que sigue al trazado de la barcaza (FPSP) para rellenar el surco previamente dragado. Esta situación y calculada para este caso en particular, indica que la pluma se movería unos 50 metros cada 12 horas, esto sería con el objeto de rellenar el área previamente dragada.

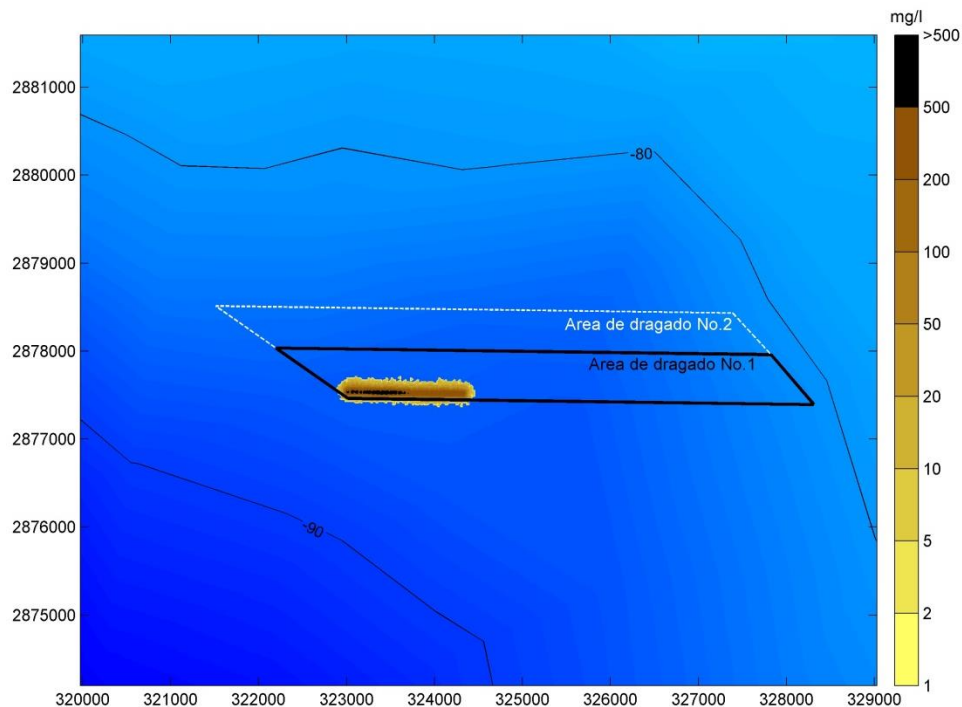


Figura II. 25. Incremento del pico previsto cerca del lecho marino (hasta 4 metros sobre el lecho) de concentración de sedimentos suspendidos para un periodo de dragado de dos semanas.

El uso de la tubería extendida, por tanto, claramente confina la dispersión del sedimento al entorno más inmediato del punto de descarga, esta descarga de sedimento y agua elimina cualquier posibilidad de impacto en la producción primaria para el fitoplancton presente en la columna de agua.

Los efectos de la descarga de sedimentos en el lecho marino

La opción final adaptada para el proyecto, que combina la descarga combinada de la barcaza y la draga, retornando sólo agua, conchas y gruesos al lecho marino, empleando un tubo de descarga de 73 metros, también se sometió a un estudio mediante un modelo de simulación.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

En este caso, se simuló el bombeo de materiales desde la barcaza a lo largo del lecho marino en el área 1, seguido del cese del dragado en esa línea, mientras se draga la línea número 2. La figura II.26 muestra una simulación de los contornos de deposición que realiza la barcaza después de dos semanas de realizar la descarga con el tubo extendido de 73 metros en la zona 1 que ya fue dragada, mientras que el dragado se produce al mismo tiempo en el área de dragado número 2.

Es muy evidente la clara reducción de la huella de deposición empleando este sistema comparado con el sistema de "Mejor Práctica", del que hablábamos antes empleando la parte baja del casco de la draga, ya que con este sistema de "Mejor Práctica Posible" todo el material previamente dragado, se verterá sólo en un área de 1 km² del contorno del área previamente dragada.

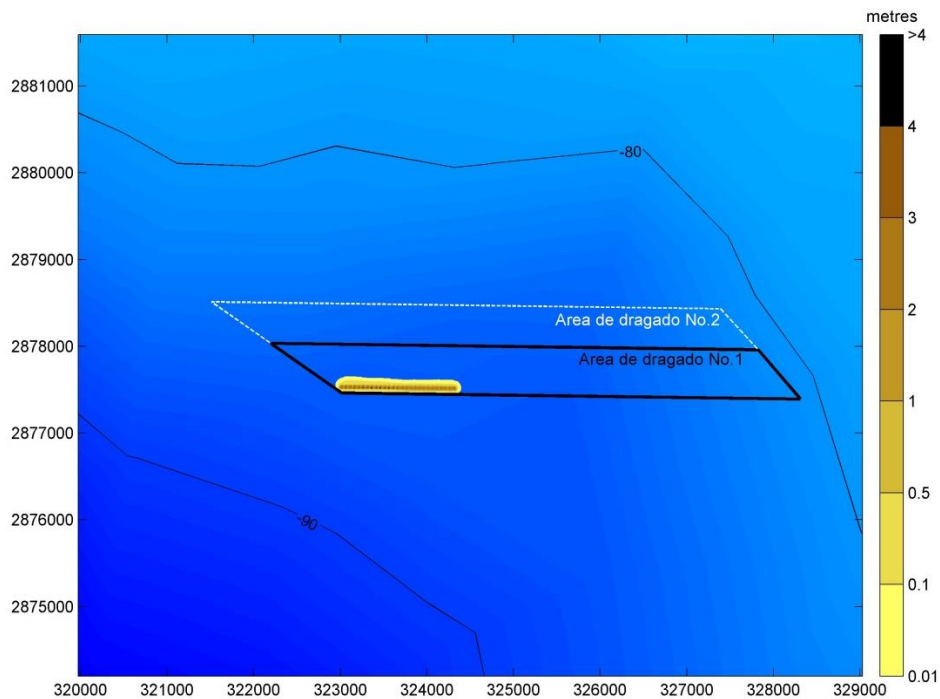


Figura II.26. Previsión simulada de la deposición después de dos semana de dragado y descarga combinada de agua, conchas y sobre tamaño a 73 metros de profundidad desde la barcaza (FPSP).

Una simulación de la malla de deposición después de un año, se muestra en la Figura II.27. Todo el sedimento vertido desde la barcaza se circunscribirá a 1 km² de superficie en el contorno del área previamente dragada (en este caso, área de dragado 1) mientras que el área actual (en este caso área de dragado 2) estaría siendo dragada. El área marrón representa una disminución inicial del nivel en el lecho marino (fruto del dragado) de entre 3 y 4 metros, seguido de un incremento del nivel (debido al relleno) de entre 1,5 y 4 metros.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

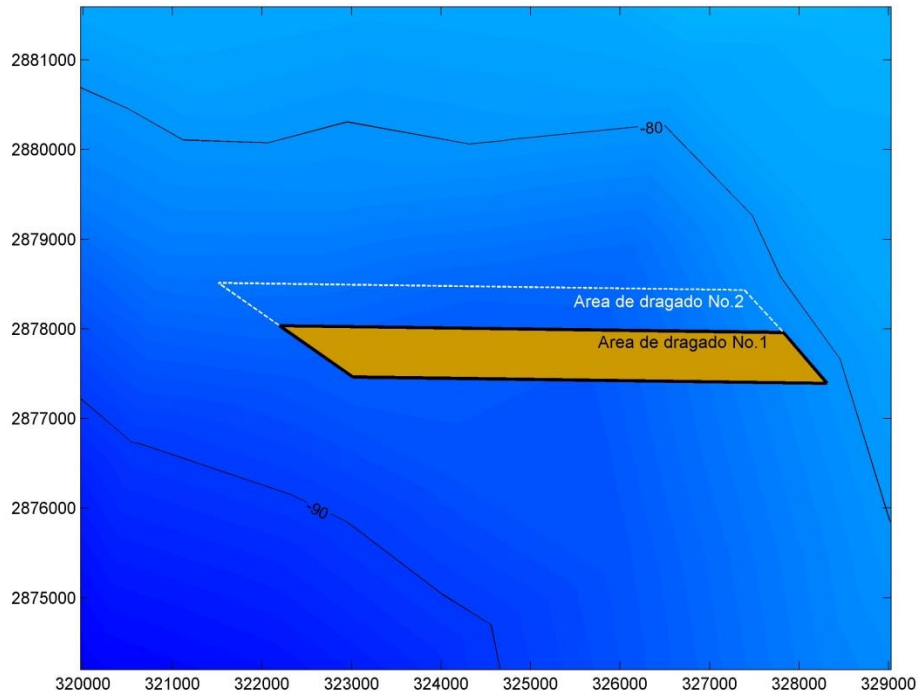


Figura II. 27. Resumen de la sedimentación después de un año de trabajo de la barcaza, combinando el uso del tubo de descarga extendida sobre la superficie del lecho marino.

Es muy evidente que la huella de deposición del material dragado y posteriormente devuelto por un tubo de descarga desde la barcaza vertido a 73 metros cerca del lecho marino, se circunscriben a un área de 1 km² de la zona previamente dragada. Esto lo podemos comparar con la huella de deposición de en torno a 49,2 km² que se consigue aplicando la "Mejor práctica" de descarga a través de la aplicación de un tubo bajo el casco de la draga a una profundidad nominal de 7 metros.

Además de los retos de ingeniería y operacionales que supone la combinación de descargas en un solo punto de la draga y la barcaza para verter una lechada de arcilla, conchas y gruesos a una distancia tan cercana al lecho marino, esta opción, evidentemente confiere un importante beneficio medio ambiental para el proyecto de dragado en el área de Don Diego y además se ha adoptado como parte del diseño operativo formal, para la MIA presentada en Julio de 2015.

CONCLUSIONES

Cualquier impacto potencial sobre la escasa fauna bentónica de la zona de dragado, se restringirá a una pequeña huella en la Zona Activa de Dragado (ZAD) y la pequeña zona de deposición del sedimento descargado cerca del lecho marino en combinación con el material de mezcla de agua, conchas y gruesos de la draga y la barcaza.

Los detallados estudios realizados y presentes en la MIA, basados en las condiciones ambientales de la zona y el amplio conocimiento de la ingeniería de dragado a disposición del proyecto, nos permite concluir lo siguiente:

- Los efectos principales del dragado se confinan al área inmediatamente bajo la cabeza de dragado y el surco que la cabeza de dragado va dejando. Esto, se circunscribe para el área de trabajo en Don Diego a una muy pequeña zona de menos de 1 km² por año.
- Los efectos de la dispersión de sedimentos desde la descarga de material desde la barcaza combinado con arenas, conchas y gruesos bombeados mediante un tubo a 73 metros de profundidad, se limitan estrictamente a la zona inmediata (200 metros) del punto de descarga, y la pluma de dispersión se extiende a 4 metros sobre la superficie del lecho marino. No existe dispersión de sedimentos suspendidos en la columna de agua y no existe impacto en los peces o en las larvas (ictioplancton) de la columna de agua.
- Los efectos secundarios del dragado, constituyen la movilización y redeposición del material dragado y cribado mediante un tubo de descarga extendido de 73 metros de profundidad, lo que limita la dispersión al entorno del punto de descarga.
- Se propone además, que este material descargado, se emplee en rellenar los surcos de las áreas previamente dragadas, por eso la barcaza se moverá sobre las zonas previamente dragadas para restaurar la batimetría de las áreas dragadas y el hábitat, en una zona inferior a 1 km² al año. No habrá deposición fuera de los límites de las zonas previamente dragadas y no se producirá impacto alguno en las pesquerías del Golfo de Ulloa.
- Estudios detallados de resiliencia y ecotoxicidad se han realizado sobre una variedad de organismos sensibles a la contaminación y a la concentración de sedimentos, sometiendo estos organismos a pruebas a disoluciones y concentraciones de sedimento diluido en agua muy elevadas y por periodos prolongados de tiempo. Todas las pruebas demuestran que no existen evidencias de contaminación que afecten a la fauna marina.

- Teniendo en cuenta que el área de dragado se encuentra a unos 40 kilómetros de la orilla, no existe posibilidad de que se produzcan impactos primarios o secundarios que afecten a las especies pesqueras o a cualquier actividad que se realice cerca de la costa.

Características específicas de la Draga a emplear en el área del proyecto

La Draga que será empleada en el proyecto posee un tubo de dragado en estribor, el cual tiene una cabeza de succión y una bomba sumergida que permite la realización de un dragado hasta una profundidad máxima de 150 m de columna de agua.

Tabla II.10. Características aproximadas de la draga a utilizar.

Característica	Dimensiones
Eslora total	97.50 m
Manga	21 m
Arqueo bruto	5,005
Puntal de trazado	7.60 m
Máx. Corriente al vacío	3.90 m
Max. línea de carga de proyecto de dragado	7.10 m
Capacidad de acarreo	8,350 ton
Capacidad de la tolva	5,600 m ³
Diámetro de la tubería de succión	1,000 mm
Max. cota de dragado bajo el suelo marino	33 m
Sistemas de alimentación	Puertas del fondo / de la bomba en tierra / instalación de arco iris
Velocidad de navegación con carga (de transporte)	13.0 nudos
Potencia total instalada	6,700 kW (3x2,025KW + 1x520KW + 1x105KW)

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Característica	Dimensiones
Bomba de salida de arena	4,000 kW
Bomba de salida en chorro	700 kW
Bomba de salida tierra	4,000 kW
Potencia de vela propulsora	4,000 kW
Hélice de proa	450 kW

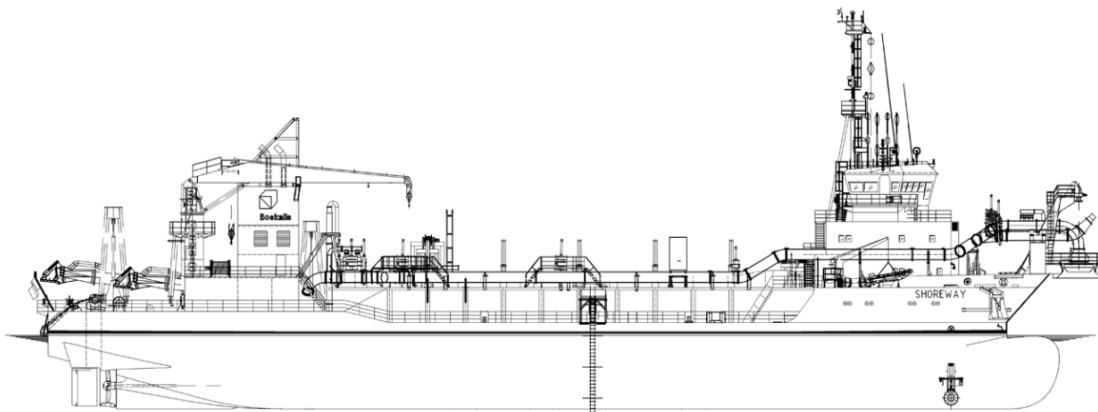


Figura II.28. Vista lateral del tipo de draga prevista a ser empleada en el proyecto.

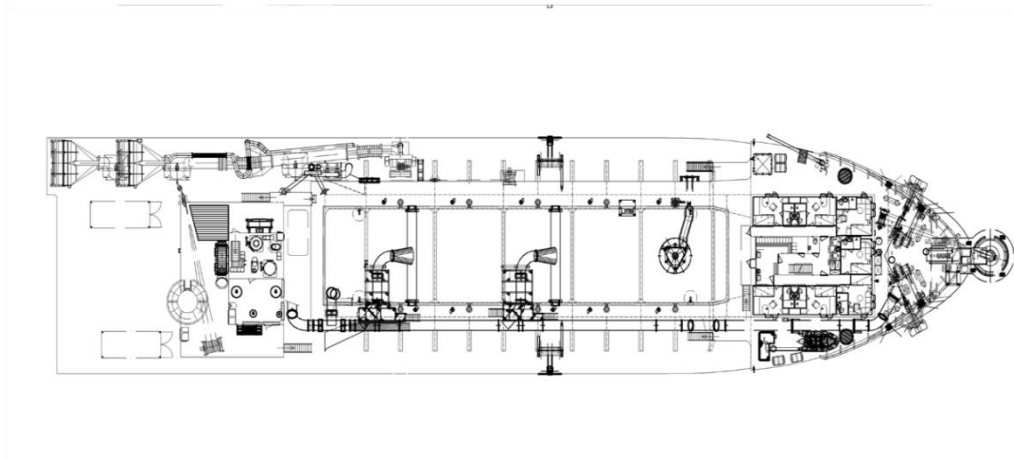


Figura II.29. Vista desde arriba del nivel de cubierta del tipo de draga prevista a ser utilizada en el proyecto.

Estas son las características aproximadas de la draga a utilizar; sin embargo, es importante aclarar que las características específicas pueden variar. La operación de

esta draga durante el proyecto se articulará mediante un sistema de propulsión propio y un sistema independiente de bombeo (ver siguiente figura-2). Esto permite que el dragado y la descarga de agua se produzcan al mismo tiempo que la draga se desplaza, este proceso proporciona una extracción uniforme.

Se dragarán 138 m³ por minuto de material, los cuales producen 27 m³ de arenas, lodos, conchas y demás materiales del fondo marino, todo esto a una profundidad entre de hasta 80 m. Este tipo de draga emplea chorros de agua, ubicados a la entrada de la cabeza de succión (Ver siguiente figura II.31), mientras que la draga navega a muy baja velocidad, 1 o 2 nudos por hora como máximo. Este sistema también posee una cántara (ver siguiente figura-3) donde el material dragado es depositado (Ver siguiente figura).

Todo el proceso es controlado mediante un sistema computarizado de izado y arriado de la cabeza de dragado. Actualmente esta es la tecnología más avanzada que permite una intervención más eficiente y limpia en el fondo marino.

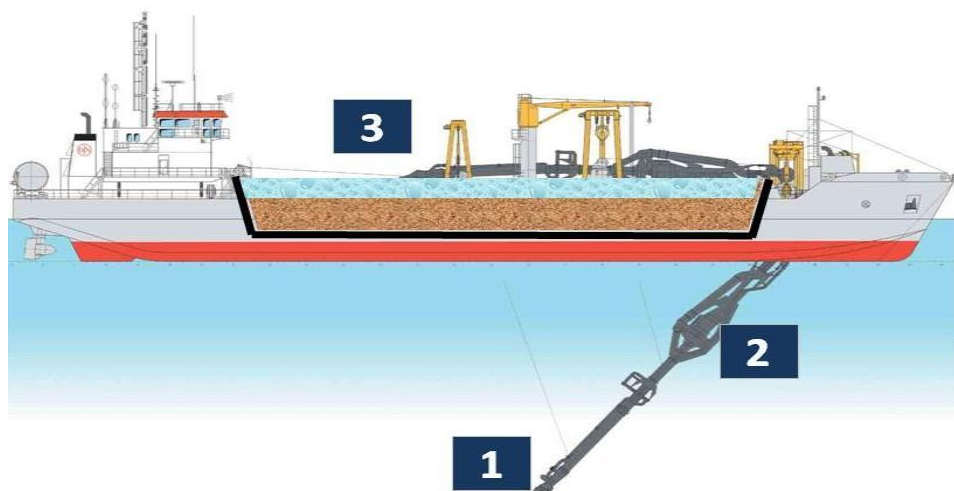


Figura II.30. Diagrama de una draga de succión en marcha operando.

Una vez que se extraen las arenas fosfáticas, el objetivo es separar el fosfato de las conchas y el material de mayor tamaño; el primer cribado en malla se produce en la

barcaza, aplicando agua a presión sobre el material dragado. Este material de roca fosfórica se separa de la arena, la arcilla, las conchas y otros materiales sobrantes, este proceso es puramente mecánico. Las conchas y el material de mayor tamaño, en su estado natural e inerte, serán devueltos al fondo del mar, mediante el “sistema de overflow”, el cual consiste en la separación de la roca fosfórica del material más grueso, mediante el empleo de chorros de agua a presión. Este sistema es puramente mecánico como ya se mencionó, y permitirá devolver al mar las conchas, arcillas y finos, sin añadir ningún tipo de aditivo o sustancia ajena. Y todo el sistema de overflow se realizará desde la barcaza, bombeando el agua y el sedimento desde la draga, es decir, todo el overflow se produce desde la barcaza, la draga únicamente draga y bombea a la barcaza.

La capa de descapote

El descapote refiere a la capa de arena que está por encima de las arenas fosfáticas a dragar. La cantidad de descapote que se va a eliminar durante la vida del proyecto se anticipa sea mínimo comparado con los volúmenes de arena fosfática a extraer; los sondeos han demostrado que los sedimentos sobre las arenas fosfáticas son muy delgados y se dragarán conjuntamente con las arenas fosfáticas. No hay omisión de fase, acción o identificación de impacto al no separarse la actividad de descapote de todo el proceso extractivo de las arenas fosfáticas; no existe una fase previa de descapote que se identifique como tal de manera individualizada, por eso no se incluye en la tabla V.2 Fases y acciones del proyecto, ni en la Matriz de identificación de impactos (Ver Capítulo V). Con lo cual no se omite una fase separada de trabajo y de impacto.

Hay que destacar que la granulometría del material de descapote y de las arenas fosfáticas es muy similar. La principal diferencia radica en una pequeña cantidad de gránulos de fosforita que yacen sobre el descapote.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Mientras que el descapote se caracteriza por abundante presencia de cuarzo, una cantidad menor de conchas pequeñas y alguna cantidad de gránulos fosfáticos por su parte, la capa de fosforita que se pretende extraer con el proyecto y almacenar en la barcaza se caracteriza por una abundante presencia de gránulos de fosforita con mínimas cantidades de cuarzo y conchas.

Sobre la totalidad del yacimiento no siempre se encuentra descapote, las arenas fosfáticas están expuestas directamente sobre la superficie marina cubiertas por una muy fina capa de sedimento. Esto es común en aproximadamente 50 o 60 % del depósito, lo que justifica que no se considere el descapote como una actividad separada.

Cuando exista un descapote con mayor potencia, éste se extraerá conjuntamente con las arenas fosfáticas y este material será separado en superficie y regresado con las conchas y demás material de mayor tamaño al fondo marino mediante el procedimiento descrito en la presente MIA, creando los surcos sobre el fondo marino, con el espíritu de contribuir a una mejora ambiental. Este procedimiento se explica detalladamente en posteriores epígrafes.

El grosor de la capa de descapote varía hasta 1 metro y según las pruebas realizadas, en pocos casos puede llegar a tener 2 metros, ver figura explicativa siguiente.

Las zonas con grosores de espesor superiores a 3 metros no serán extraídas por considerarse áreas no aptas para el proyecto o como ya se mencionara marginales.

El material estéril del descapote que se ha succionado con las arenas fosfáticas será regresado y colocado de forma predeterminada coadyuvando en el diseño y en el perfil submarino descrito más adelante.

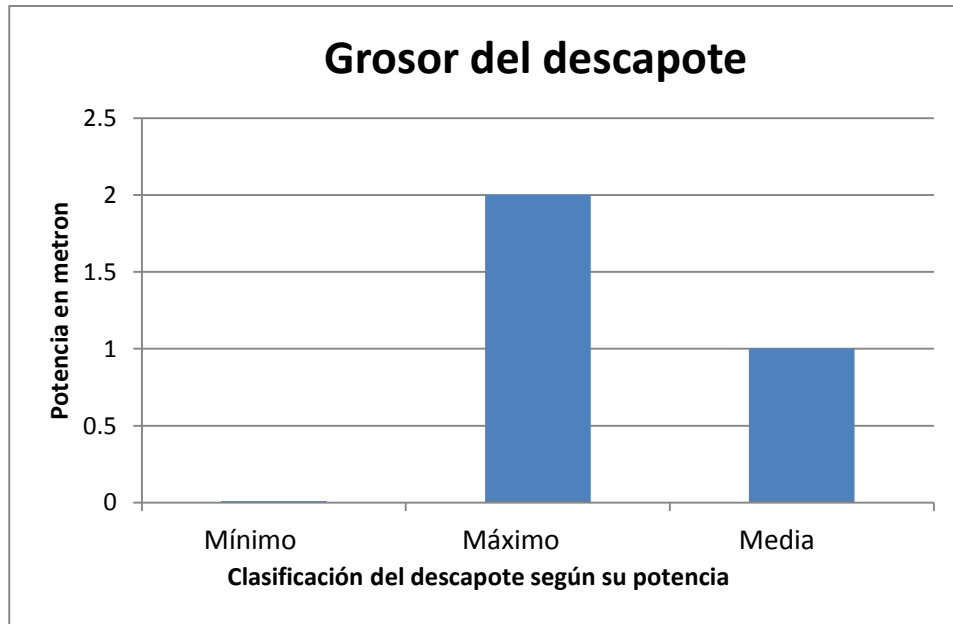


Figura II.31. Gráfica del grosor del descapote.

Dragado

Como ya lo mencionamos el proceso extractivo se realizará en franjas lineales a lo largo del yacimiento de arenas fosfáticas cuyas dimensiones aproximadamente son de 3.5 kilómetros de distancia por 300 metros de ancho, tal y como se puede observar en la siguiente figura. De esta forma el Área de Dragado Activa (ADA) anualmente tendrá una extensión promedio de 1 Km². Ahora bien, el espesor del yacimiento a dragar oscila entre 3 y 7 metros como máximo.

Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

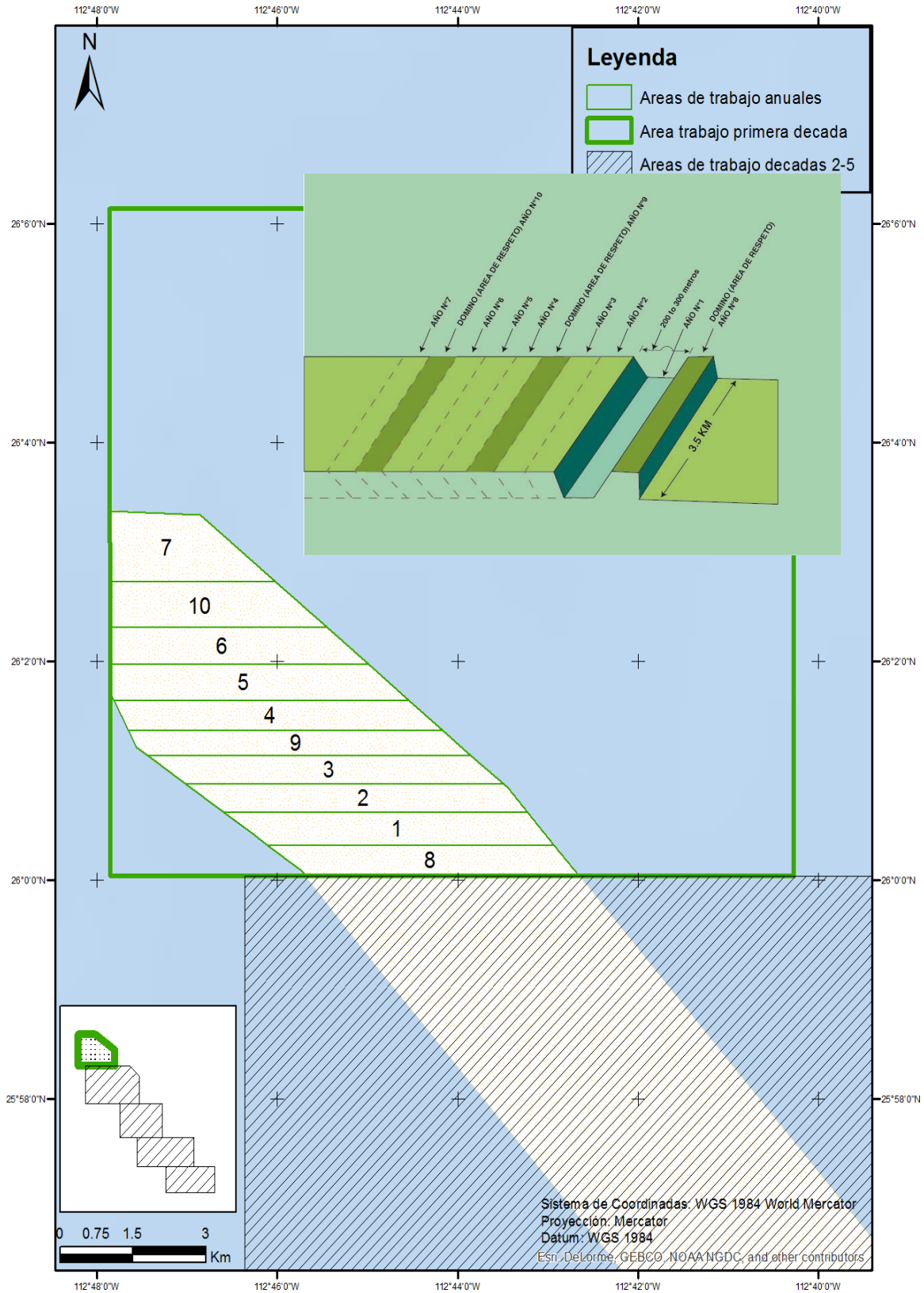


Figura II.32. Geo-referenciación de las líneas de dragado, como ejemplo dentro de una de las cinco áreas de dragado.

La siguiente figura identifica el área de dragado activa de la primera década o primera etapa de trabajo.

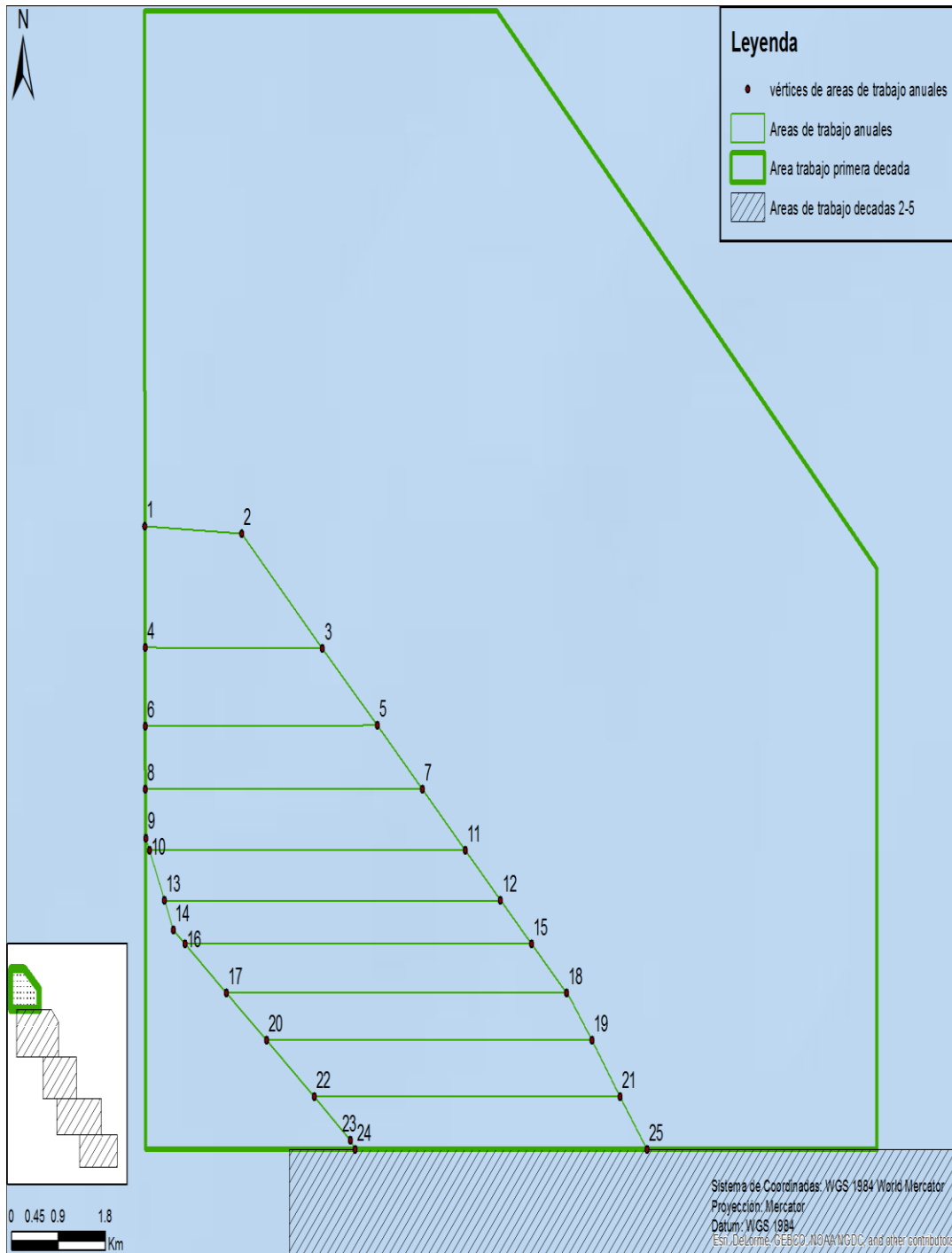


Figura II.33. Definición de área de dragado para la primera década o primera etapa de trabajo.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

En la siguiente tabla están las coordenadas del área de dragado para la primera década o primera etapa de trabajo.

Tabla II.12. Coordenadas de líneas de trabajo del proyecto.

Punta	Latitud	Longitud
1	26.05622621	-112.7976526
2	26.05555438	-112.7808832
3	26.04535797	-112.7669462
4	26.04540329	-112.797534
5	26.03843765	-112.7574878
6	26.03839513	-112.797534
7	26.03275601	-112.7497227
8	26.03277799	-112.7975858
9	26.02841896	-112.7974883
10	26.02733347	-112.7968552
11	26.02730313	-112.7422709
12	26.02285125	-112.7361878
13	26.02285125	-112.7942413
14	26.02017144	-112.7926775
15	26.01894466	-112.7308488
16	26.01896561	-112.790714
17	26.01454721	-112.7835185
18	26.01453839	-112.7248277

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

19	26.01031532	-112.7204236
20	26.01031513	-112.7766147
21	26.00527042	-112.7155108
22	26.00526713	-112.7683891
23	26.00143929	-112.762151
24	26.00058367	-112.7613429
25	26.0005771	-112.7109126

La siguiente figura muestra las áreas de dragado (cuadrícula azul) y las áreas marginales (cuadrícula gris), estas últimas refieren a las áreas que refieren a las zonas que no se realizará dragado.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

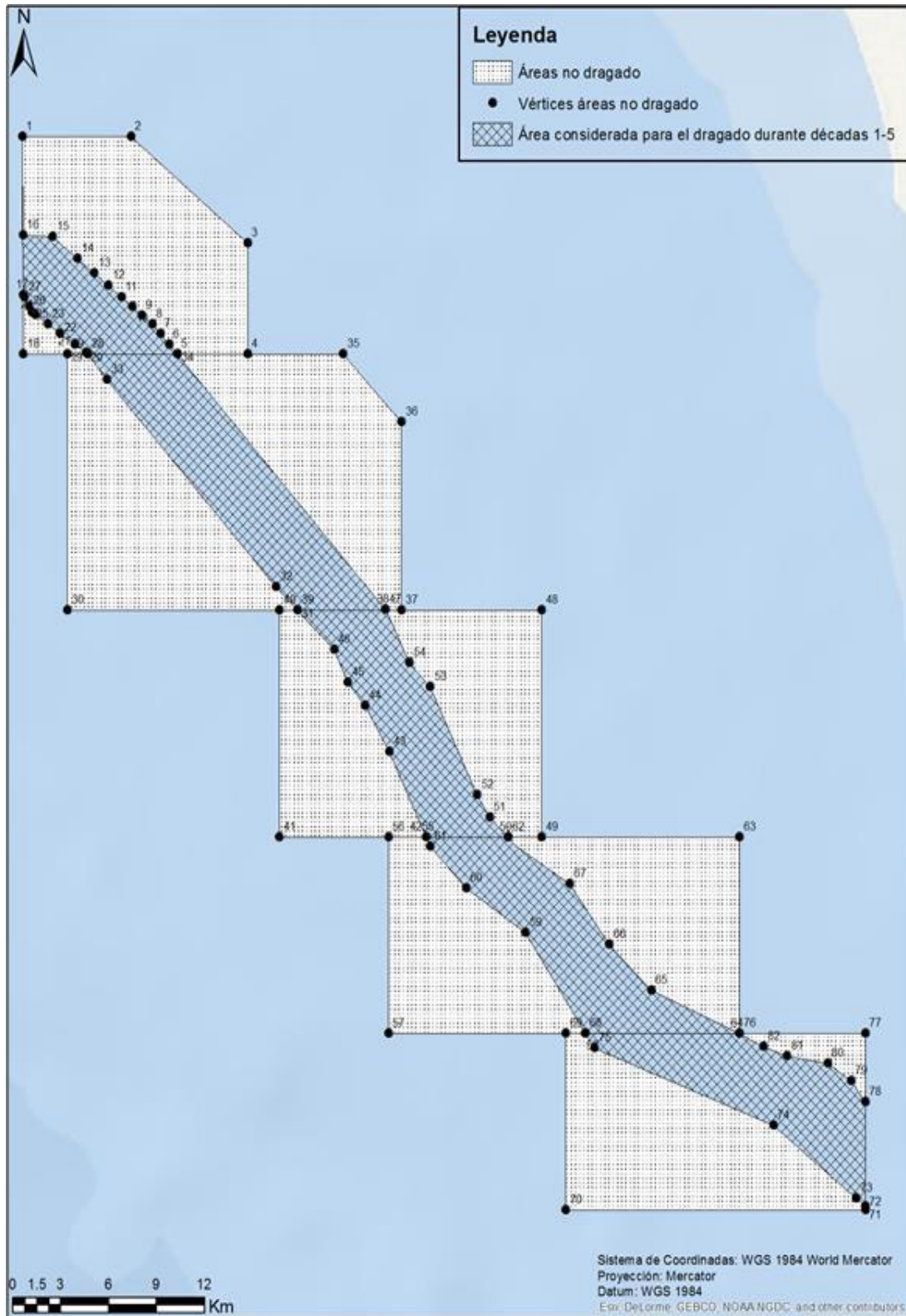
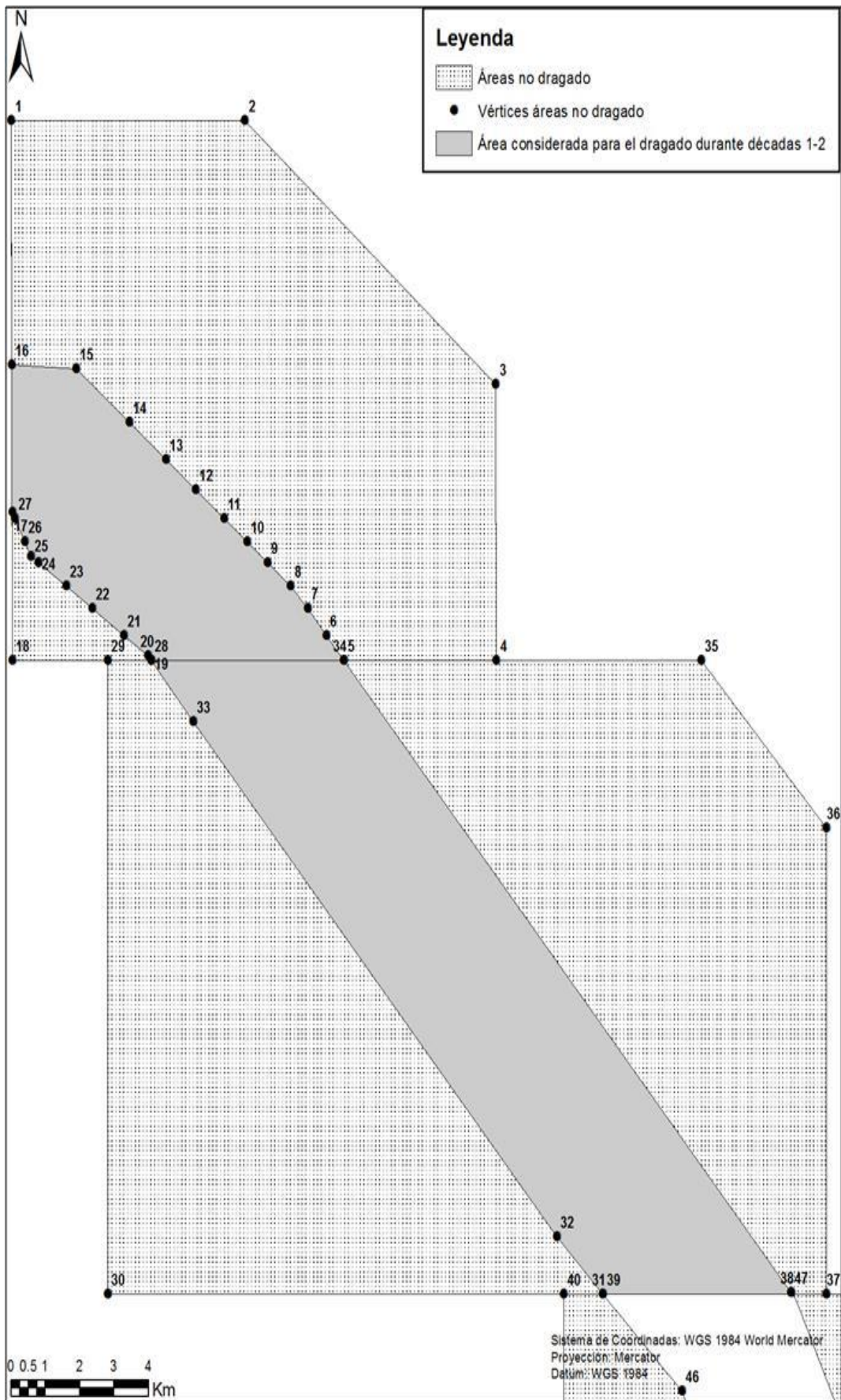


Figura II.34. Áreas en que no se realizarán actividades de dragado (cuadrículado gris) y las áreas donde se llevara a cabo el dragado (cuadrículado azul).

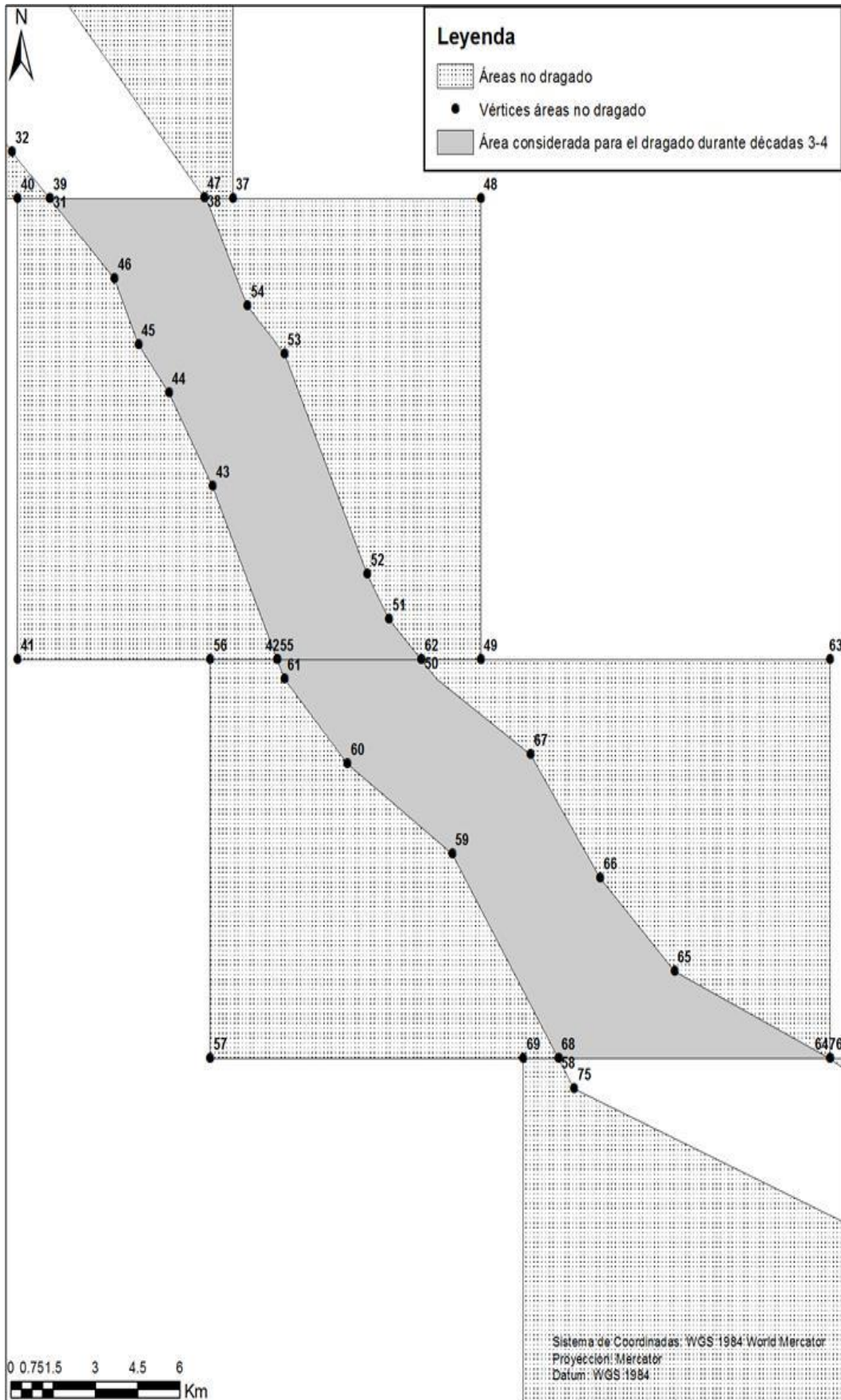
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Figura II.35. Áreas de trabajo para las décadas 1 y 2 del proyecto. Se muestran tanto las áreas a dragar como las que quedarán exentas de dragado. Véase la leyenda para su identificación.

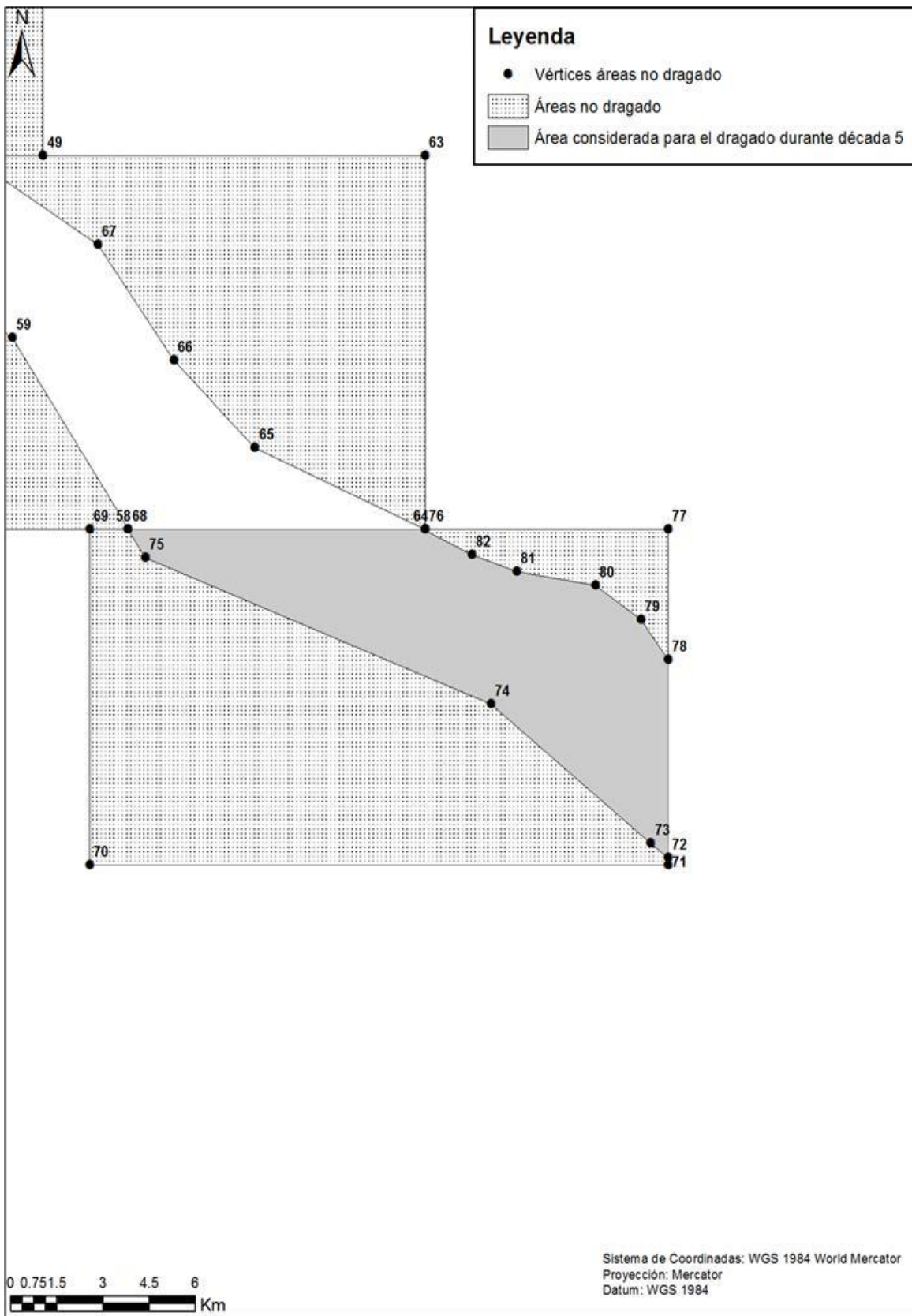
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Figura II.36. Áreas de trabajo para las décadas 3 y 4 del proyecto. Se muestran tanto las áreas a dragar como las que quedarán exentas de dragado. Véase la leyenda para su identificación.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Figura II.37. Área de trabajo para la década 5 del proyecto. Se muestran tanto las áreas a dragar como las que quedarán exentas de dragado. Véase la leyenda para su identificación.

Tabla II.13. Coordenadas de puntos enumerados en las figuras anteriores. La tabla identifica a qué década corresponde cada punto. Las coordenadas están en grados decimales, WGS 1984.

Punta	Latitud	Longitud	Década de Trabajo
1	26.1022174	-112.7977838	1
2	26.102217	-112.736783	1
3	26.052565	-112.671278	1
4	26.000577	-112.671135	1
5	26.0005771	-112.7109126	1
6	26.00527042	-112.7155108	1
7	26.01031532	-112.7204236	1
8	26.01453839	-112.7248277	1
9	26.01894466	-112.7308488	1
10	26.02285125	-112.7361878	1
11	26.02730313	-112.7422709	1
12	26.03275601	-112.7497227	1
13	26.03843765	-112.7574878	1
14	26.04535797	-112.7669462	1
15	26.05555438	-112.7808832	1
16	26.05622621	-112.7976526	1
17	26.02841896	-112.7974883	1
18	26.000577	-112.797494	1
19	26.00058367	-112.7613429	1
20	26.00143929	-112.762151	1
21	26.00526713	-112.7683891	1
22	26.01031513	-112.7766147	1

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

23	26.01454721	-112.7835185	1
24	26.01896561	-112.790714	1
25	26.02017144	-112.7926775	1
26	26.02285125	-112.7942413	1
27	26.02733347	-112.7968552	1
28	26.00058367	-112.7613429	2
29	26.000577	-112.772647	2
30	25.881062	-112.772647	2
31	25.881062	-112.6432682	2
32	25.89182156	-112.6553084	2
33	25.9889512	-112.7503567	2
34	26.0005771	-112.7109126	2
35	26.000577	-112.617559	2
36	25.969031	-112.584968	2
37	25.881062	-112.584968	2
38	25.88129132	-112.5941051	2
39	25.881062	-112.6432682	3
40	25.881062	-112.653501	3
41	25.774948	-112.653501	3
42	25.774948	-112.5709292	3
43	25.81481163	-112.5914804	3
44	25.83631891	-112.605356	3
45	25.84741944	-112.615069	3
46	25.86268267	-112.6227006	3
47	25.88129132	-112.5941051	3
48	25.881062	-112.506088	3
49	25.774948	-112.506088	3

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

50	25.774948	-112.5249618	3
51	25.78428517	-112.5352839	3
52	25.79469192	-112.5422218	3
53	25.84533809	-112.5685855	3
54	25.85643862	-112.5803798	3
55	25.774948	-112.5709292	4
56	25.774948	-112.592209	4
57	25.68303	-112.592209	4
58	25.68303	-112.4813674	4
59	25.73017009	-112.5151642	4
60	25.75098358	-112.5484658	4
61	25.77040951	-112.5685855	4
62	25.774948	-112.5249618	4
63	25.774948	-112.394906	4
64	25.68303	-112.394906	4
65	25.70311255	-112.4443983	4
66	25.72461983	-112.467987	4
67	25.75306493	-112.490188	4
68	25.68303	-112.4813674	5
69	25.68303	-112.492532	5
70	25.600319	-112.492532	5
71	25.600319	-112.324101	5
72	25.60209814	-112.324101	5
73	25.6057842	-112.3291002	5
74	25.63997828	-112.3757138	5
75	25.67605501	-112.4763124	5
76	25.68303	-112.394906	5

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

77	25.68303	-112.324101	5
78	25.65092242	-112.324101	5
79	25.66079178	-112.3320055	5
80	25.66911718	-112.3451874	5
81	25.67258609	-112.3680822	5
82	25.67674879	-112.3812641	5

Previamente se mencionó que el proyecto se compone de dos fases, en ésta etapa A) Operación y Mantenimiento de la Draga (Dragado) y **B) Operación y Mantenimiento de la Barcaza (Preparación para el transporte)**, de las cuales se derivan una serie de actividades. Cabe hacer mención que de acuerdo con las características propias del proyecto, habrá sólo una Etapa correspondiente a la Operación del proyecto.

B. Operación y mantenimiento de la Barcaza

Sistema “overflow” (rebosamiento)

El sistema overflow se produce en la barcaza. El proceso consiste en que el material fino compuesto por arenas y arcillas es vertido por un tubo situado en el centro de la barcaza, este “overflow” se produce al finalizar el cribado de las conchas y el material de mayor tamaño, los cuales se regresarán al mar directamente desde el fondo de la barcaza. Para minimizar el impacto del vertido se pretende emplear una válvula verde la cual será explicada más adelante. Este tubo de descarga tiene un longitud de 73 metros y tendrá acoplado un sistema de control para manejar en todo momento el volumen de descarga e irá provisto de una válvula de cerrado que impide que el aire sea aspirado durante la descarga evitando que la pluma se disperse en superficie y reduce la inercia y durabilidad de la pluma.

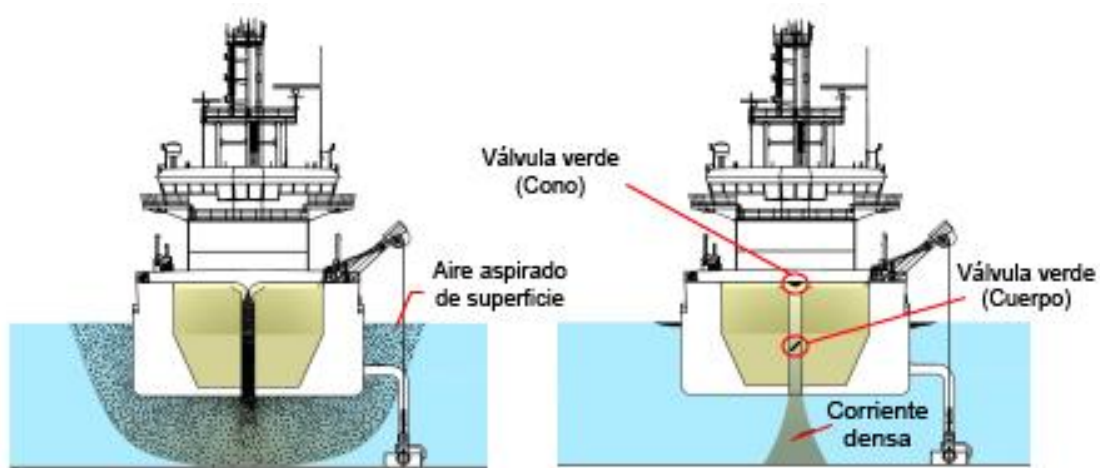


Figura II.38. Diagrama de una draga de succión en marcha operando.

En muchas partes del mundo se emplean las válvulas verdes también conocidas como “válvula anti turbidez”. La función de estos dispositivos es reducir la cantidad de aire que se inyecta al “overflow” para la descarga; por lo tanto, esto reduce la flotabilidad de la pluma y favorece el depósito de las partículas en suspensión. En nuestro caso la descarga se realiza bajo el casco a 73 metros en lugar de los costados, lo que elimina al 100% la pluma en superficie.



Figura II.39. Fotografía de una draga de succión en marcha, realizando el “overflow” sin la “válvula verde” (izquierda) y draga de succión en marcha realizando el “overflow” con la “válvula verde” instalada (derecha).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

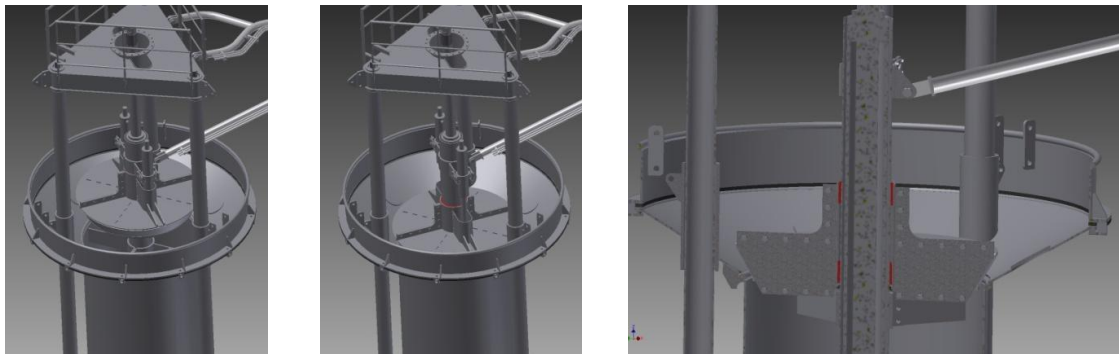


Figura. II.40. Válvula verde abierta (izquierda), válvula verde cerrada (centro) y sección de la válvula verde (derecha).



Figura. II.41. Esquematación de un “overflow” típico en la cántara (izquierda) y fotografía de una válvula verde cerrada (derecha).

2.2.6 Operación y Mantenimiento

Metodología optimizada de dragado

La metodología estándar utilizada por las Dragas de Succión en Marcha (TSHD) en todo el mundo es el llenado de la tolva y descarga del agua con partículas finas por encima de los bordes de la tolva o por tuberías laterales. En años recientes esta práctica ha mejorado mediante el uso de una tubería especializada de descarga (“overflow” pipe) que puede ser ajustada en altura y que descarga el agua extraída por la quilla de la embarcación, resultando así en mucho menos turbidez en la superficie del agua. En ciertos casos se han utilizado tuberías especiales que pueden ser colgadas por debajo de la quilla, logrando así una mayor profundidad y control de las aguas de descarga.

La única forma de mejorar el control de las aguas descargadas es evitar la descarga. Esto se llama en la industria “no overflow” y se refiere a la práctica de parar el bombeo de mezcla cuando se ha llegado a la capacidad máxima de la tolva. Esto resulta en una sensible reducción de la producción de la draga evitando cualquier retorno de sedimentos en suspensión a las aguas circundantes. Esta metodología es utilizada en algunos casos de extrema sensibilidad ambiental ya que evita toda posibilidad de afectación al agua circundante a la operación de dragado.

Por las razones aquí expuestas y en virtud de las condiciones en la Bahía de Ulloa, el proyecto ha elegido utilizar también este sistema “no overflow” para el equipo de dragado cuando sea necesario. Esto implica que cuando sea necesario la draga

bombeará material del fondo marino y luego traspasará la mezcla de agua y material a la barcaza de procesado (FPSP) sin retornar ningún sedimento en suspensión al sistema. Los detalles del proceso serán descritos a continuación.

Proceso global de excavación y procesado

El proyecto se caracteriza por la utilización de dos embarcaciones: la draga de succión en marcha y la barcaza de procesado. Estas dos embarcaciones trabajarán estrechamente para la remoción y proceso del producto (fosfato) con un mínimo de impacto sobre el sistema marino circundante. El material dragado será transportado por tuberías desde el fondo marino hasta la draga, de ahí a la barcaza de procesado y posteriormente, vía tubería especial devuelta al fondo marino, es decir, el sistema es “cerrado”. Los únicos puntos donde se modifica temporalmente el sistema es el fondo marino en la succión y en el punto de redeposición. No hay posibilidad de mezcla de sedimentos con el sistema marino en ninguna otra parte del proceso.

La siguiente es una descripción detallada de este proceso:

1. El cabezal de la draga entra en contacto con el fondo marino mezclando agua de mar con los sedimentos, creando material licuado debajo del cabezal, el cual es succionado por el proceso hidráulico. El cabezal ha sido rediseñado incorporándole un motor eléctrico “in situ” para su operación lo que reduce el ruido emitido a más de la mitad.
2. La mezcla es transportada hasta la draga vía tubería hermética y ahí es depositada en la tolva.
3. Habiéndose llenado la tolva de la draga, se paran las bombas hidráulicas y se levanta el tubo del fondo marino.
4. La draga se acerca a la barcaza de procesado y se conecta vía tubería hermética con ésta.
5. La draga bombea los contenidos de la tolva (la mezcla) a través de la tubería hacia una tolva de recepción en la barcaza de procesado.
6. La draga, ahora con la tolva vacía, se desconecta de la barcaza y vuelve al área de dragado para comenzar la próxima carga.

7. El material en la tolva de recepción de la barcaza de procesado es pasado por una serie de procesos mecánicos para separar el producto deseado de arenas, lodos, conchas y demás materiales del fondo marino.
8. El material no utilizado, del que el 50% está compuesto por gruesos, es mezclado con agua marina y bombeado a baja velocidad por un tubo de retorno para ser depositado por encima del fondo marino. En el extremo de descarga del tubo se encuentra una válvula tipo "check" lo que permite solo el flujo de descarga y evita flujos ascendentes de agua. Por la presión en el lugar de depósito la dispersión es mucho menor lo que reduce a un 10% la dispersión del material.
9. El tubo de retorno cuelga de la barcaza de proceso hasta una elevación de pocos metros por encima del fondo marino. Este tubo es también hermético por lo que la mezcla regresada al fondo, no tendrá oportunidad de dispersarse entre las aguas circundantes hasta salir del extremo de la tubería y sedimentarse rápidamente.
10. El ciclo se encuentra ahora completo con el sedimento nuevamente sobre el fondo marino a poca distancia de su punto de origen. El proceso aquí descrito representa una optimización extrema de las tecnologías de dragado existentes con un énfasis total en la minimización de impactos sobre el ambiente, adicionalmente por considerarse barcos de 30,000 toneladas el sonido que emiten los motores del barco llegan a tener una intensidad en Db de hasta 50% menor.

Características de la descarga del agua "overflow"

La draga de succión en marcha TSHD dragará el depósito de fosfato de un extremo al otro, de una línea de trabajo en capas sucesivas, realizando un trazado homogéneo.

El "overflow" de la barcaza constituirá la principal pluma de dispersión, la cual incluye arcillas en suspensión, fango y arenas finas.

En este importante punto, se ha tenido en cuenta el análisis de la descarga de agua que contiene material fosfórico en disolución, es decir, los valores de fósforo

liberado. Para ello se ha tenido en cuenta la solubilidad del material fosfórico en el agua marina, este estudio se encuentra presente en el Anexo 2 sobre la ecotoxicidad, realizado por los laboratorios Calscience teniéndose en cuenta la solubilidad y el volumen de agua presente en el proceso.

Estos valores, además han sido empleados en el modelo predictivo que se ha elaborado en cuanto a las concentraciones de fosfato en el agua de descarga presente en el estudio de calidad del agua en el Anexo 4.

El informe de HR Wallingford concluye que el vertido de fósforo diluido en el volumen de agua empleada en el proceso no constituye en modo alguno detonante de la producción primaria. El resultante máximo de ortofosfato (antes de que cualquier disolución a gran escala se produzca) será de alrededor de 0.8µg/l en la pluma. Ésta es una cantidad muy pequeña (por ejemplo, más que una orden de magnitud inferior al límite de detección reportado por la encuesta del ortonutriente de 30µg/l). Esta concentración se reducirá indudablemente con la posterior dispersión de la pluma.

El nutriente ambiental de los valores del agua marina fue probado en un conjunto de estaciones (Calscience, 2013b, presente en detalle en el Anexo 2).

En la figura siguiente se expresa la ubicación de cada una de las estaciones de estudio; asimismo, se presentan como referencia el perímetro del SAR, el área de concesión minera y los 5 polígonos de trabajo diseñados. En la siguiente tabla se relacionan las estaciones y los valores probados para amonia, nitratos, nitrógeno total, fósforo total y ortofosfato.

Esto muestra que los ortofosfatos se presentan en concentraciones inferiores a 30µg/l (0.03mg/l), un rango extremadamente bajo para el análisis. Esto sugiere que las concentraciones adicionales de ortofosfato liberado del sedimento serán significativamente menores o iguales en magnitud a las de los valores naturales presentes en el medio ambiente.

Tabla II.14. Concentraciones de nutrientes marinos.

Estación Ortofosf	Amonia mgN/l	Nitratos mgN/l	Nitrógeno mgN/l	Fosforo mgP/l	
SAR_01	0.037	0.073	0.27	0.037	N
SAR_02	0.035	0.069	0.23	0.048	N
SAR_03	0.037	0.065	0.34	ND	N
SAR_04	0.043	0.077	0.30	0.069	N
SAR_05	0.051	0.085	0.25	0.042	N
SAR_06	0.036	0.096	0.23	0.054	N
SAR_07	0.035	0.062	0.32	0.056	N
SAR_08	0.038	0.09	0.43	0.061	N
SAR_09	0.039	0.093	0.37	ND	N
SAR_10	0.039	0.14	0.40	0.043	N
SAR_11	0.035	0.16	0.33	0.055	N
SAR_12	0.039	0.12	0.27	0.053	N

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

SAR_13	0.039	0.11	0.37	0.051	N
--------	-------	------	------	-------	---

Por lo tanto, con poca o nula disposición inorgánica de nitrógeno y muy pequeñas cantidades de fósforo disponible en el sedimento, el pronóstico de los sedimentos liberados durante el dragado en condiciones eutróficas es muy pequeño.

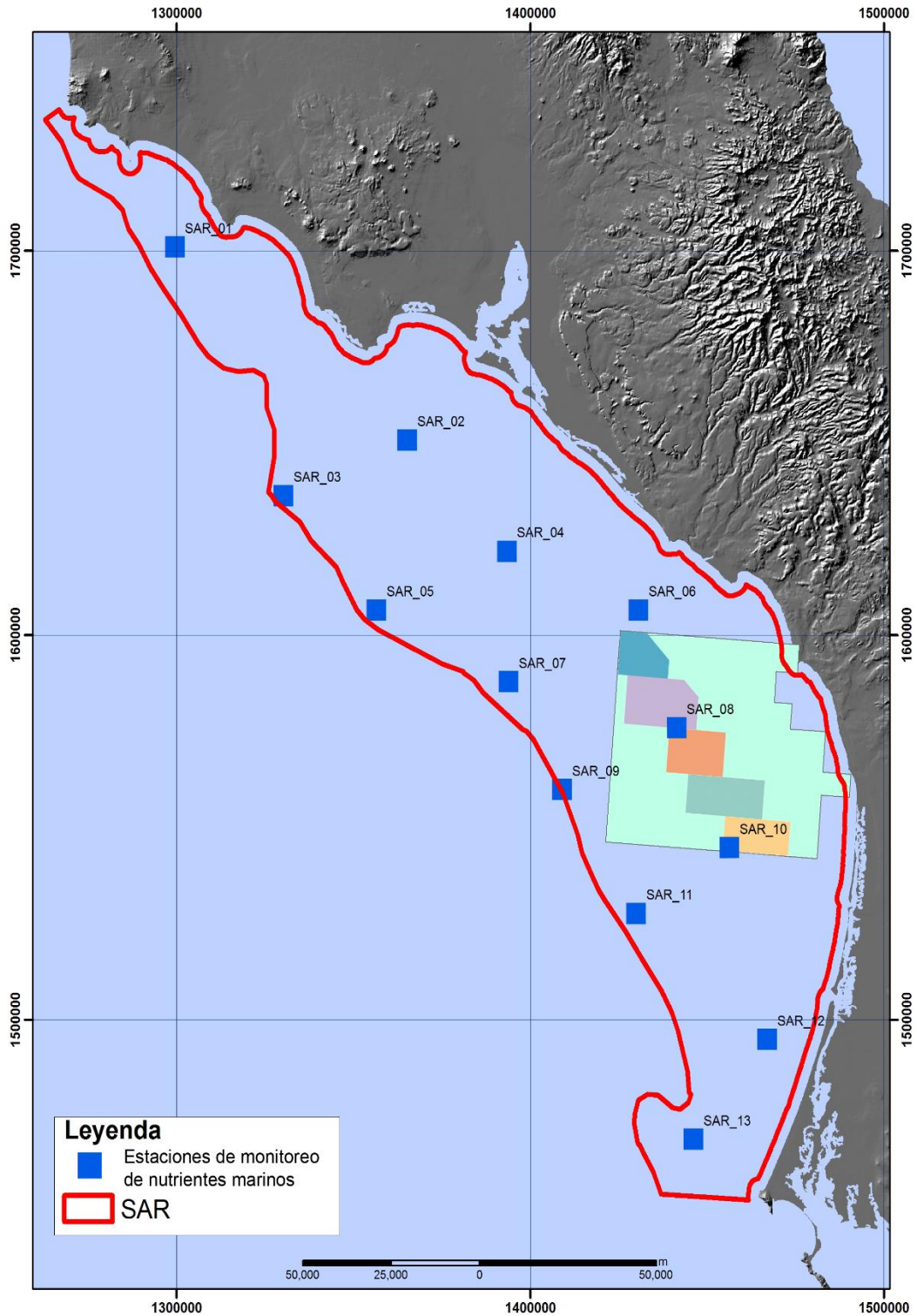


Figura. II.42. Estaciones de monitoreo de nutrientes marinos, relacionadas con el perímetro del SAR, la concesión minera y los polígonos de trabajo previstos.

Dragado, Separación y Secado

Los depósitos de minerales del fondo marino incluyendo las arenas fosfáticas normalmente son extraídas usando una draga convencional TSHD. El material dragado será cargado en la cántara de la draga y durante este proceso el material fino compuesto por arenas y arcillas se regresará al mar con el agua que rebotará por la cántara.

Una vez que se ha llenado la cántara de la draga, el material será transferido a la barcaza de separación para allí realizar la clasificación y separación del material fosfático del material de mayor tamaño y de los materiales finos. Esta barcaza se emplea para el procesamiento, clasificación y secado de las arenas fosfáticas.

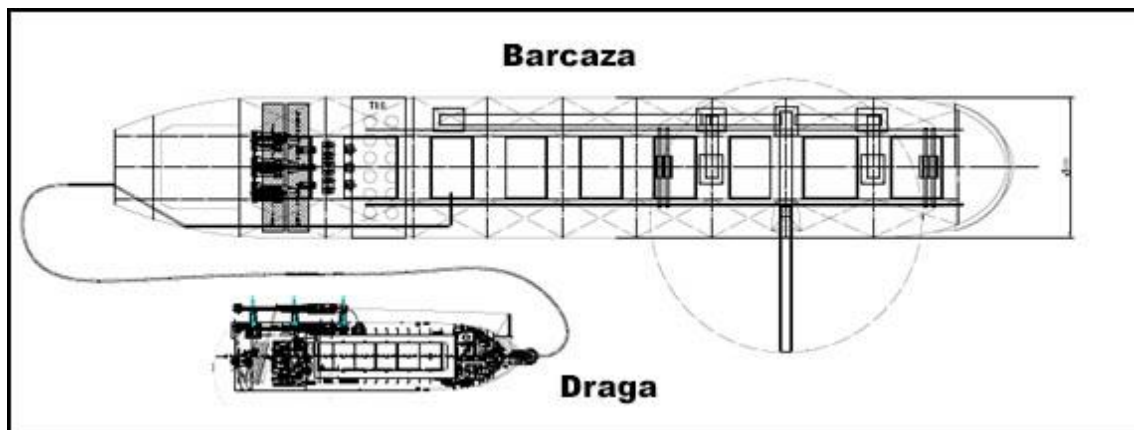


Figura II.43. Diagrama de la draga transfiriendo el material a la barcaza.

Las partículas gruesas, con diámetros mayores a 80 mm, así como la fracción de materiales finos que constituyen entre un 2% y un 6% serán separados durante el proceso de cribado y serán regresados junto con los otros materiales no fosfáticos por medio de un ducto especializado al fondo marino. El material restante producto del cribado y que contiene las arenas fosfáticas será transferido a las bodegas de almacenamiento de la barcaza para permitir así el proceso de secado por gravedad de forma natural. El número de bodegas para almacenamiento que contendrá la barcaza dependerá del tamaño final que se escoja para la nave; sin embargo, cada compartimento será capaz de almacenar entre 14.000 y 28.000 toneladas de material, lo que corresponde entre 12.500 y 25.000 toneladas de material seco.

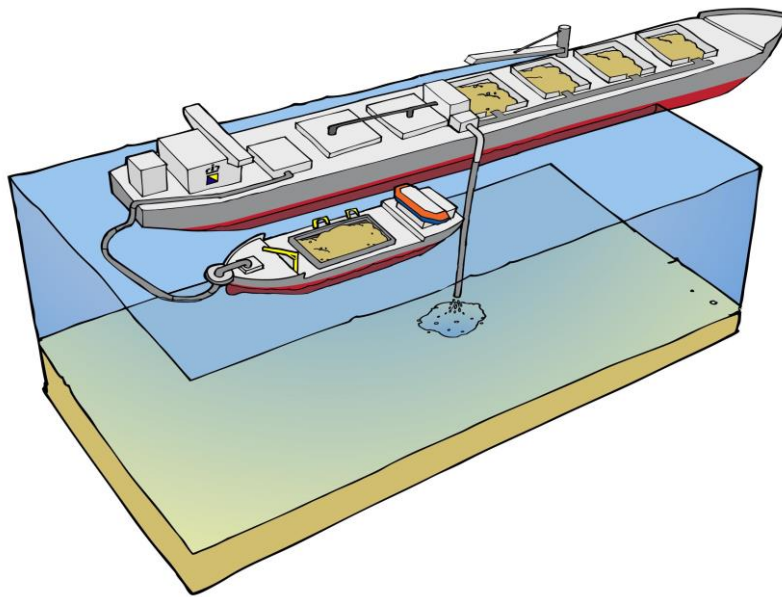


Figura II.44. Diagrama de ejemplo de la barcaza que se utilizará en el proyecto

La embarcación que será utilizada para transportar el producto, desde la barcaza de procesamiento hasta el destino final de comercialización del producto, será operada por terceros y no por la promotora. No obstante, la promotora se compromete a realizar un seguimiento riguroso de la aplicación de las normas por parte de la embarcación propuesta para la carga del producto, y que operará temporalmente dentro de la zona de la concesión otorgada.

A continuación se presenta una lista de procedimientos vinculados a las operaciones del proyecto. En este listado se incluyen las acciones ambientales adecuadas para el manejo de los residuos y líquidos generados. Cabe señalar que TODOS los procedimientos que aquí se detallan se encuentran homologados por las normativas de uso internacional MARPOL, y serán de aplicación en todo momento en las aguas de la Bahía de Ulloa.

Tabla II.15. Lista de procedimientos vinculados a las operaciones del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

		RELACIONADO A:		
Introducción & Corporativos	Procedimiento	EMBARCACIO N	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
CTD-001	Manual de Gestión de Equipos	X		
RBW-002	Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente	X	X	X
RBW-004	Plan de Emergencia	X	X	X
RBW-005	Manual Equipo de Crisis	X	X	
RBW-507	Tareas del Jefe de Proyecto Relacionadas con el Buque		X	
RBW-508	Tareas de seguridad del ISPS para el Jefe de Proyecto		X	

		RELACIONADO A:		
Organización Dep. Técnico	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
FM-013	Procedimiento Aprobación Documentos Dep. Técnico	X		X
FM-209	Inventario de Materiales Peligrosos y chatarreo de equipos	X		X
CTD-401	Control de la Documentación Técnica	X		
CTD-402	Control de Certificados	X		
CTD-403	Reportes a la Bandera y a la Clase	X		
CTD-404	Mantenerse actualizado de la Legislación	X		
CTD-430	Equipo Critico	X		
FM-500	Auditorías Internas	X		X

		RELACIONADO A:		
Tripulación	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
FM-410	Gestión de la Tripulación	X		
FM-415	Implementación de la MLC	X		X

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

PO-005.2	Capacitación de Seguridad para la Tripulación	X		
PO-202	Accidentes y Enfermedad de Empleados	X		

		RELACIONADO A:		
Operación Buque	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
EQP-010	Lineamiento para las Ordenes Permanentes	X		
EQP-015	Lista de Libros Obligatorios	X		
EQP-017a	Control de Puertos (Estado)	X		X
EQP-030	Entrega de mando	X		
EQP-305	Almacenaje del equipo sobre dentro de la tolva	X		
EQP-402	Procedimiento Queja sobre MLC	X		X

		RELACIONADO A:		
Puente y Cubierta	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
EQP-101	Plan de Navegación	X	X	
EQP-104	Familiarización	X	X	
EQP-110	Ejecución del Proyecto y Reportes	X	X	
EQP-302	Inspección de Grúas y Equipo de Levante	X		
		RELACIONADO A:		
Cuarto Maquinas	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
EQP-202	Mantenimiento del Equipo	X		
EQP-205	Operaciones Trasiego Combustible	X	X	
EQP-206	Análisis de Aceites Lubricantes	X		
EQP-207	Pruebas al Equipo Eléctrico	X		
EQP-208	Alarmas a bordo de los Equipos	X		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

		RELACIONADO A:		
Puente y Cubierta	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
EQP-209	Trabajos con Fuentes Radioactivas	X		
EQP-212	Inspección con Imágenes infrarrojas	X		
EQP-304	Soldadura Eléctrica y Máquinas Soldadoras	X		

		RELACIONADO A:		
Medio Ambiente	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
EQP-211	Manejo de Refrigerantes	X		
EQP-301	Gestión de la Basura	X		
EQP-306	Manejo del Agua de Lastre	X		
EQP-307	Gestión de las Emisiones de Azufre	X		
EQP-308	Plan de gestión de la eficiencia energética del buque (SEEMP)	X		X
EQP-309	Resumen MARPOL	X		X
RBW-506-03	Plan de Manejo de Residuos		X	
RBW-512	Plan de Manejo Ambiental		X	

		RELACIONADO A:		
Seguridad	Procedimiento	EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
EQP-004	Gestión de Emergencias	X		
EQP-005	Recuperación de personas del agua	X		X
EQP-006	Transferencia de personas en el mar	X		X
EQP-007	Espacios Cerrados	X		X
EQP-020	Reunión del comité de seguridad	X		
EQP-021	Zafarranchos planeación ejecución y evaluación	X		
EQP-022	Polizones	X		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Seguridad	Procedimiento	RELACIONADO A:		
		EMBARCACION	PROYECTO	Disponible solo en Ingles
EQP-023	Piratería	X		
EQP-024	Amenaza de Bomba	X		
EQP-025	Búsqueda de Bombas y Explosivos	X		X
EQP-501-00	Norma Técnica de Seguridad	X		
FM-513	Análisis de Riesgo SHE Dragado Dep. Técnico	X		X
RBW-501	Plan de SHE del Proyecto		X	
RBW-502	Instrucciones Seguridad – Librito N/A	X	X	
RBW-503a	Checklist SHE Buques Tripulación y Equipo		X	
RBW-510	Notificación de Incidentes y Seguimiento		X	
RBW-511a	Manual Símbolos y Señales de Seguridad	X	X	X
RBW-513	Análisis de Riesgo SHE en Proyecto	X	X	
RBW-514	Análisis de Riesgos de Trabajo JHA	X	X	
RBW-515	Permisos de Trabajo	X	X	
RBW-516	Guía del usuario para las reuniones breves en sitio	X	X	
RBW-517	Hojas de Seguridad de los materiales	X	X	X
RBW-519	Toolkit inducción al proyecto	X	X	
RBW-529	Daily Pre-Start Meeting	X	X	

Como se mencionó anteriormente, estos procedimientos se homologan con la normatividad de MARPOL, que busca preservar el medio ambiente marino a través de la prevención de la contaminación por petróleo y otras sustancias nocivas, y de la minimización de una descarga accidental de dichas sustancias.

Cabe señalar, que tal y como se mencionara en los capítulos III y VI de la MIA-R del proyecto, éste se apegará a las reglas establecidas en el Convenio Internacional

para la Prevención de la Contaminación por los Buques, 1973 (Convenio MARPOL), en especial las siguientes reglas: I. Prevención de la contaminación por hidrocarburos; II. Control de la contaminación por sustancias líquidas nocivas; IV. Prevención de la contaminación por las aguas sucias de los buques, y V. Prevenir la contaminación por basura de los buques, mismas reglas que deberán ser observadas por las embarcaciones propuestas para cargar el producto dentro de la Bahía de Ulloa, conforme a la tabla de procedimientos antes señalada.

Finalmente, se reitera que las embarcaciones que llegaran a ser utilizadas para el transporte del producto, desde la barcaza de procesado hasta el destino final de comercialización del producto, serán operadas por terceros y no por la promovente, por lo que el mantenimiento de dichas embarcaciones dependerá de la calendarización y tiempos establecidos por los dueños de las mismas.

Tabla II.16. Características aproximadas de la barcaza.

Característica	Dimensiones:
Eslora total	289 metros
Manga total	45 metros
Calado en carga	17.5 metros
Desplazamiento	170,000 toneladas
Número de bodegas	9
Velocidad máxima	13 nudos

Proceso de Separación y Preparación para el transporte

La planta de separación funcionará continuamente durante 24 horas al día, 7 días a la semana con una eficiencia extractiva del 75%. La capacidad de alimentación de la planta de separación se ha diseñado para que sea aproximadamente de 900 TMS/H (toneladas de material seco por hora). Adicionalmente, la separación de las partículas se llevaría cabo por medio de un sistema de hidrociclones los cuales se utilizan comúnmente para separar las arenas de otros materiales de diferentes composiciones granulométricas.

La mezcla fluidificada bombeada desde la draga, el 100%, enviada desde las bodegas de almacenamiento tendrá un flujo aproximado de 2000 m³/hora hacia la

planta de separación donde aquellas partículas mayores de 8 mm serán separadas por medio del cribado. El material grueso será seleccionado y rechazado, mientras que el material fino que pase por las mallas del cribado será recolectado en varios sumideros antes de ser bombeado a una serie de hidrociclones de 100 micrones para continuar el proceso de clasificación. El material que pase por los hidrociclones será compuesto por partículas que fluctuarán entre los 100 micrones hasta los 8 mm; esto será colectado en una malla de 2 mm de apertura donde se separarán aquellas partículas mayores de 2 mm. El “slurry” que contiene el fosfato concentrado está compuesto por partículas que oscilan entre los 100 micrones y los 2 mm y contienen una concentración de pentóxido de bifosfato entre el 20 y el 30%, mismas que serán recolectadas en un segundo sumidero.

El sobre flujo de los hidrociclones, contendrá todo aquel material con granulometría inferior a los 100 micrones, será colectado en un sumidero específico para este tipo de material para posteriormente ser regresado al fondo marino conjuntamente con las conchas y demás material de mayor tamaño, por medio de un ducto específico de descarga hacia el fondo marino.

Una vez concentradas las arenas fosfáticas en la draga, se bombea este material a la barcaza de separación, tal como se ha descrito en el apartado anterior. Será en esta barcaza donde se realice un proceso de separación y cribado con agua, para obtener una mayor concentración del material.

Como hemos descrito, el proceso de preparación para el transporte en la barcaza eliminará otro 15% del volumen total dragado, consistente en otras dos descargas; una descarga de finos inferiores a 100 μm , y una disolución de partículas y finos de más de 2 mm, que son partículas cribada. Estas descargas se realizarán de manera simultánea.

El material húmedo concentrado será alrededor de 10,604 toneladas; una vez seco su peso rondará las 8,960 toneladas. Para dar servicio a la barcaza y a la draga se dispondrá además de un pequeño remolcador de apoyo para el posicionamiento y todas las tareas auxiliares.

Las características generales del remolcador son:

Tabla II.17. Características del remolcador.

Característica	Dimensiones:
Eslora total	33 metros
Manga total	11 metros
Calado en carga	5.60 metros
Desplazamiento	497 toneladas

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Potencia	3700 C.V.
Velocidad máxima	13 nudos



Figura. II.45. Remolcador auxiliar del tipo previsto para el proyecto.

La separación consiste en el cribado de la arena fosfática mediante cribas y zarandas vibratorias, y en la aplicación de un proceso hidrociclónico que consiste en la separación del mineral con agua a presión y diferentes cribas para la eliminación de las partículas finas, no fosfóricas, obteniendo de esta manera arena fosfática concentrada como material principal. Este producto se enjuaga finalmente a bordo mediante agua marina natural, tomada directamente del océano.

El agua empleada en toda esta fase de enjuague facilitará la eliminación de las sales que han sido centrifugadas durante el proceso.

Cabe destacar que éste es un proceso también exclusivamente mecánico, en el que no se le añade ningún tipo de aditivo ni químico al material dragado, ni al agua marina.

Descripción del proceso de enjuague

El agua marina con una concentración media de sal de 34,400 ppm será extraída del océano y separada entre una parte desalinizada y una parte salina.

La parte desalinizada será empleada para enjuagar el material en la barcaza previamente a su almacenamiento, secado y posterior transporte.

Una vez que se ha procedido al enjuague del material, la porción salada y la porción desalinizada son mezcladas nuevamente antes de ser devueltas al océano.

El incremento de salinidad en la descarga de esta agua de enjuague contiene una concentración de sal de 34,628 ppm una concentración superior en un 0,66% al agua marina. Los niveles de sal diluida variarán en función de la propia naturaleza del agua extraída y sus alteraciones serán cíclicas, pero el ratio del 0,66% se mantendrá de manera continua en la descarga. Los niveles de descarga de sal en ppm se mantendrán dentro de los niveles naturales presentes en el agua marina.

Se mantendrá un sistema de monitoreo de la entrada y salida del agua para efectos de control y estadística.

Proceso de operación de la planta de ósmosis

La planta de ósmosis aplica al agua salada que tomamos del mar una presión superior a la presión osmótica colocando una membrana que la separe de la solución diluida obtendremos agua con muy baja concentración de sal y una membrana que actúa como filtro que retiene las sales disueltas.

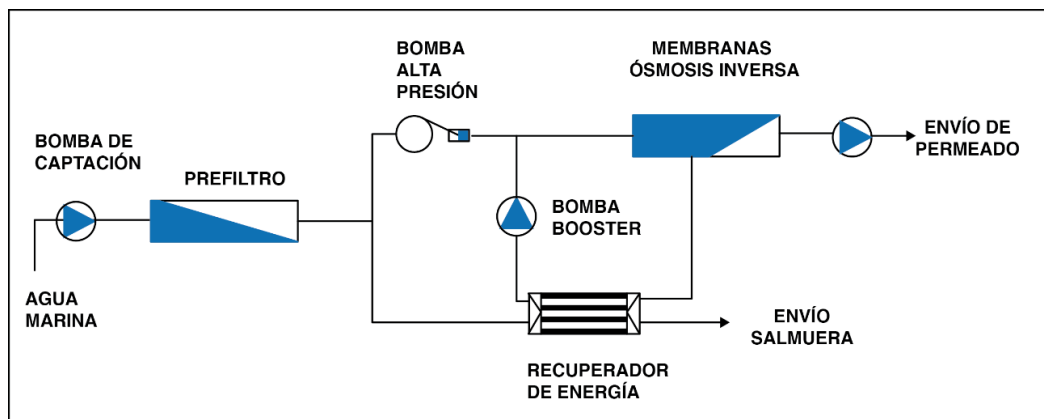


Figura. II.46. Diagrama de funcionamiento de la planta de ósmosis inversa.

La primera fase consiste en la captación del agua del mar recurriéndose a una captación directa mediante una tubería presente en la barcaza. El agua de alimentación se filtra para eliminar posibles partículas. En una segunda fase, esta agua marina se divide en dos corrientes de agua al pasar por la membrana: agua con bajo contenido en sales llamado permeado, que es el agua con la que realizaremos el enjuague del concentrado de arena fosfática en las diferentes cribas, tal y como se muestra en las figuras siguientes y una segunda corriente con concentración de sales llamada concentrado.

Tal y como observamos en la figura siguiente las arenas fosfáticas concentradas y lavadas se descargan en los tanques de depósito habilitados para tal fin.

Después de la realización del lavado de la arena fosfática concentrada con el permeado de esta agua (relaves), tal y como observamos en la figura se vuelve a mezclar con el concentrado en una tercera fase vertiéndose al mar un agua salina con concentración de sal ligeramente inferior al agua marina.

Los valores de este proceso se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla II.18. Características del agua durante el proceso.

Ión	Agua bruta		Agua de alimentación		Permeado		Concentrado	
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca	373.0	18.6	373	18.6	0.281	0.0	678.0	33.8
Mg	1300.0	107.0	1300.0	107.0	0.978	0.1	2362.8	194.5
Na	10400.0	452.2	10400.0	452.2	37.539	1.6	18878.4	820.8
K	370.0	9.5	370.0	9.5	1.669	0.0	671.4	17.2
NH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ba	0.050	0.0	0.050	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Sr	13.0	0.3	13.0	0.3	0.010	0.0	23.6	0.5
CO ₃	11.6	0.4	14.7	0.5	0.005	0.0	33.7	1.1
HCO ₃	152.0	2.5	152.0	2.5	0.884	0.0	267.4	4.4
SO ₄	2620.0	54.6	2620.0	54.6	2.119	0.0	4761.9	99.2
Cl	18750.0	528.9	18750.0	528.9	60.624	1.7	34041.3	960.3
F	1.4	0.1	1.4	0.1	0.009	0.0	2.5	0.1
NO ₃	0.7	0	0.7	0.0	0.017	0.0	1.3	0.0
B	0.0		0		0.0		0.0	
SiO ₂	8.0		8.0		0.02		14.53	
CO ₂	0.92		0.73		0.73		0.73	
TDS	33,999.8		34002.8		104.2		61736.9	
pH	8.10		8.10		6.34		8.02	

Adicionalmente, la química de los elementos secundarios y las partículas embebidas en el caudal vertido, no difieren en absoluto de las presentes en el substrato natural. Este caudal podría contener granos de fosforita, pero en ninguna etapa del cribado o del enjuagado el fósforo disponible habrá sido alterado; el componente mineral será el idéntico y mantendrá el mismo estado de estabilidad que el extraído del fondo del océano.

Cribado

En la fase de cribado o de clasificación vibratoria se separarán 900 toneladas por hora, separando los finos superiores a 8 mm mediante una criba colocada en la primera fase.

El material cribado mediante el bombeo desde la draga a la planta caerá a un sumidero situado inmediatamente bajo una malla y será lavado con chorros de agua que separaran partículas inferiores a 100 μm para su separación. Asimismo, el producto resultante de este segundo lavado se transporta hacia otra criba que separa los materiales superiores a 2 mm. El resto del material diluido se vuelve a concentrar en una última fase que retiene las partículas superiores a 100 μm . Todo el material diluido inferior a 100 μm es devuelto al mar mediante un tubo de descarga.

En conclusión, el material dragado ha sido separado en diferentes etapas resultando así la siguiente clasificación: 100 micrones, 100-2000 micrones (concentrado) y >2000 micrones.

Finalmente, antes de su transporte, el producto es lavado para separar los granos de fosfato del agua marina. Este proceso necesita cierta cantidad de agua dulce que desplace al agua salada adherida a los granos de fosfato. El agua dulce se produce temporalmente a bordo, tomando agua salada del océano y transformando una porción en agua dulce. Esta agua, una vez empleada en el lavado, se vuelve a recombinar con agua salada a bordo y se retorna al mar como agua salada normal con una concentración aproximada de sal de 0,66% superior al agua inicialmente tomada. Este proceso será monitoreado tanto en la toma, como en la descarga para demostrar que se mantienen los niveles.

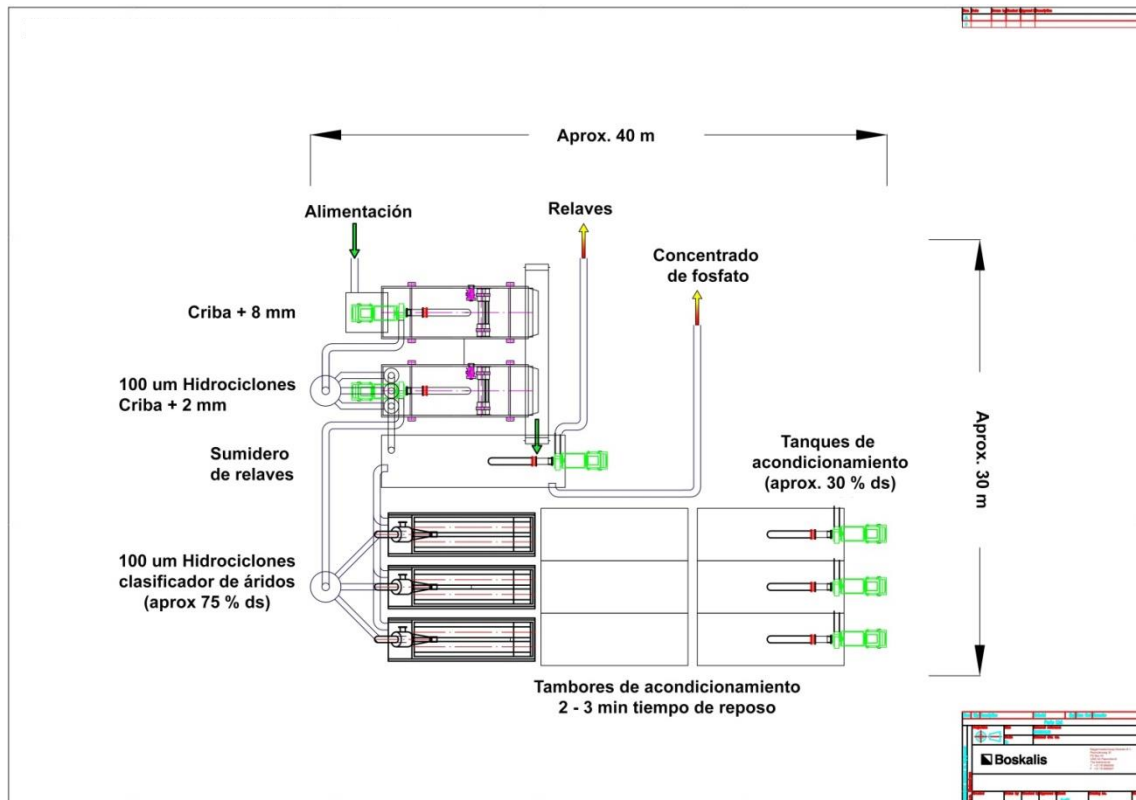


Figura. II.47. Diagrama de la planta de lavado y clasificación.

**Diagrama de flujo: 100 - 200 μ m separación y lavado
(preliminar)**

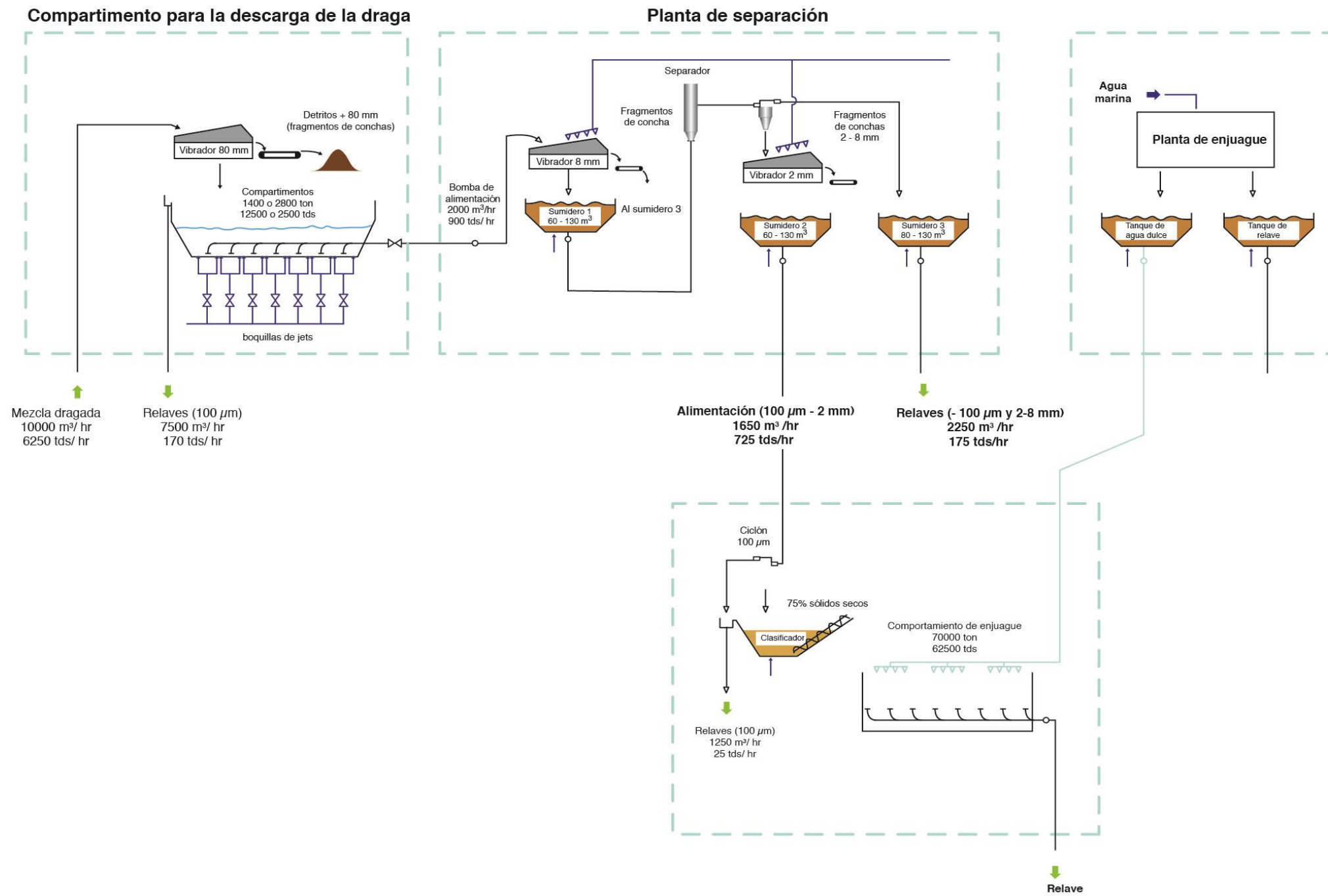


Figura II.48. Proceso de separación y lavado.

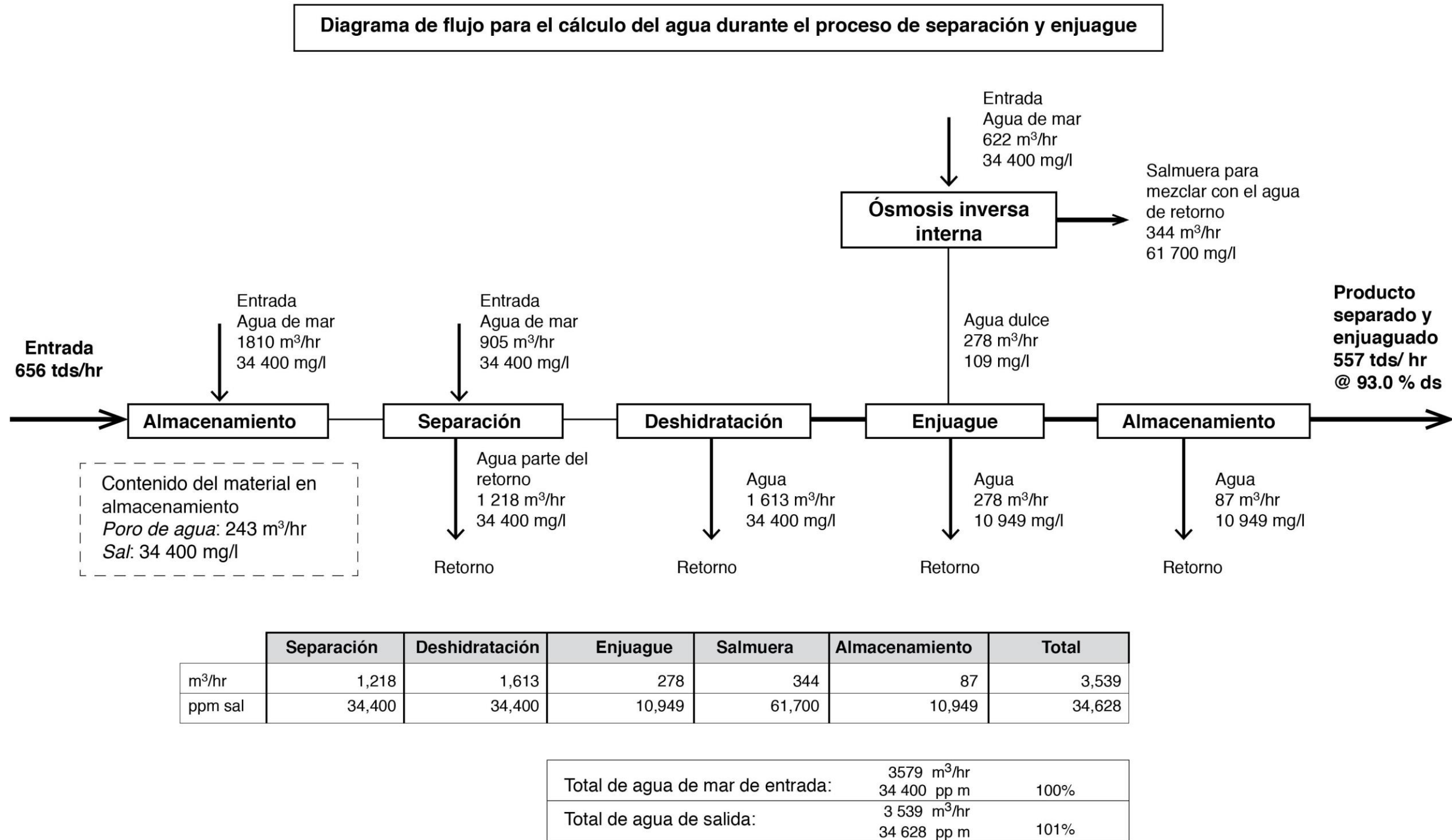


Figura II.49. Diagrama de flujo para el cálculo de volúmenes y salinidad del agua

Sección 1

Diagrama de flujo para el cálculo del agua durante el proceso de separación y enjuague

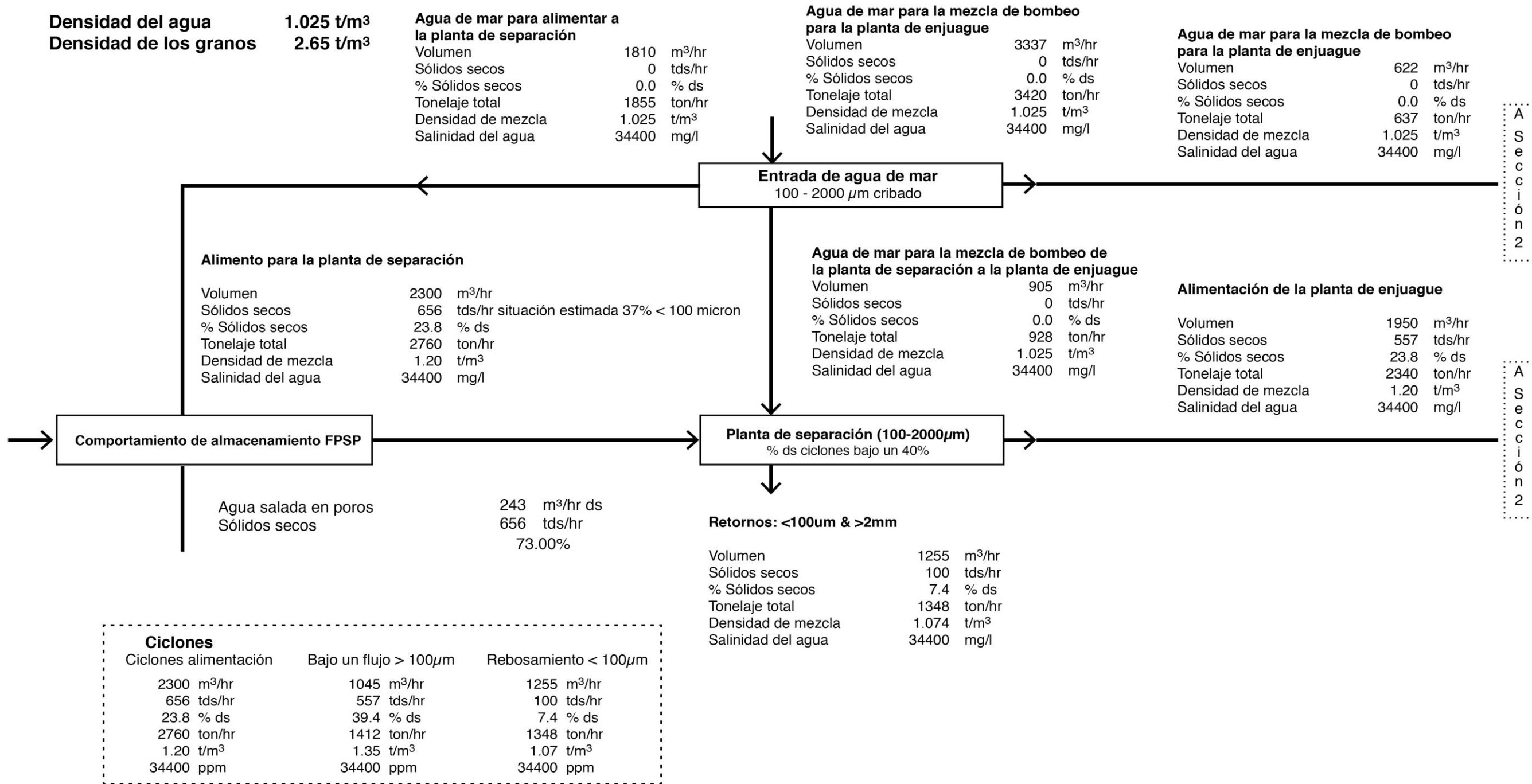


Figura II.50. Diagrama de flujo para la estimación de la salinidad del agua durante la separación y enjuague (sección 1).

Sección 2

Diagrama de flujo para el cálculo del agua durante el proceso de separación y enjuague

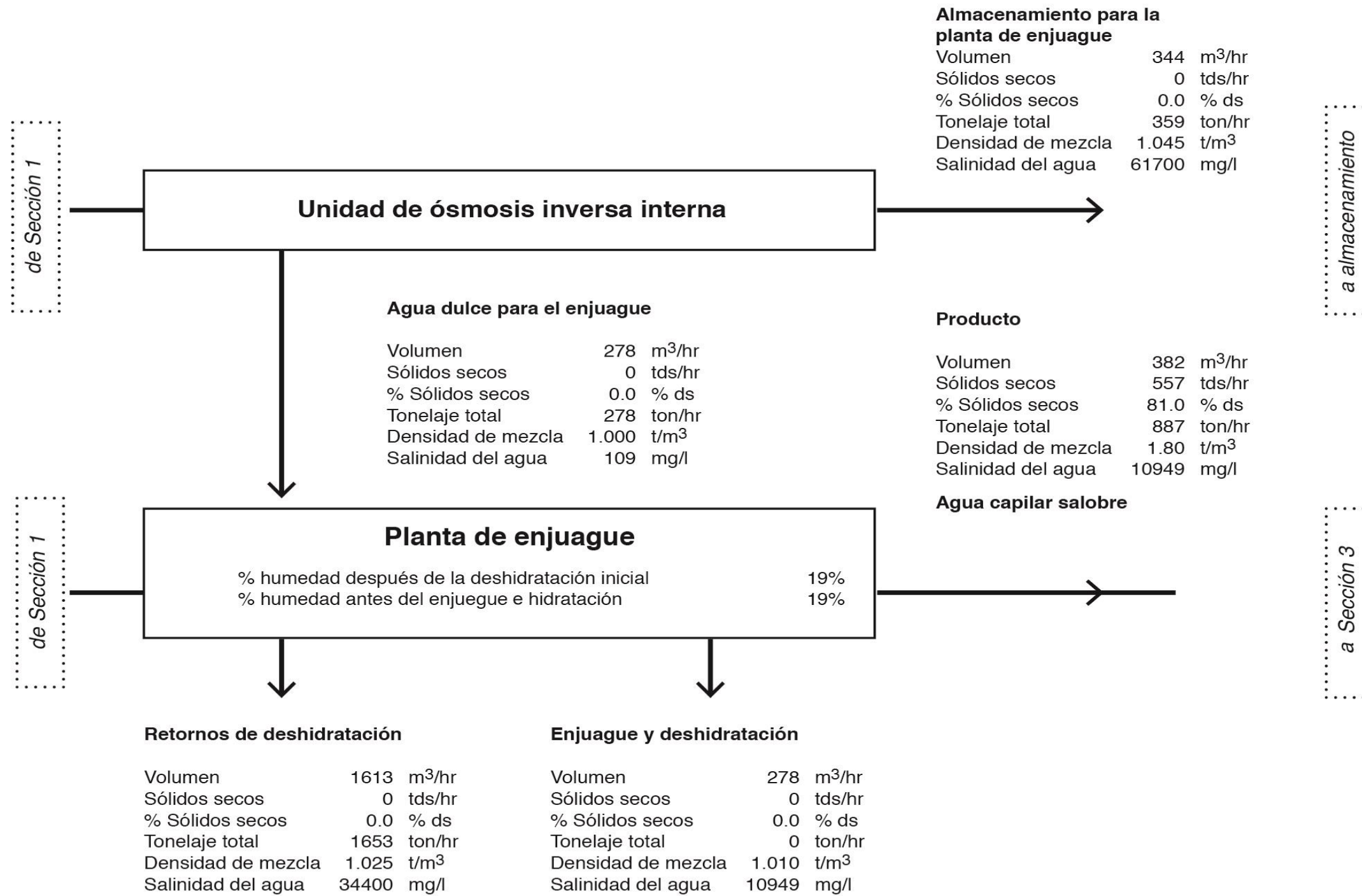


Figura II.51. Diagrama de flujo para la estimación de la salinidad del agua durante la separación y enjuague (sección 2).

Sección 3

Diagrama de flujo para el cálculo del agua durante el proceso de separación y enjuague

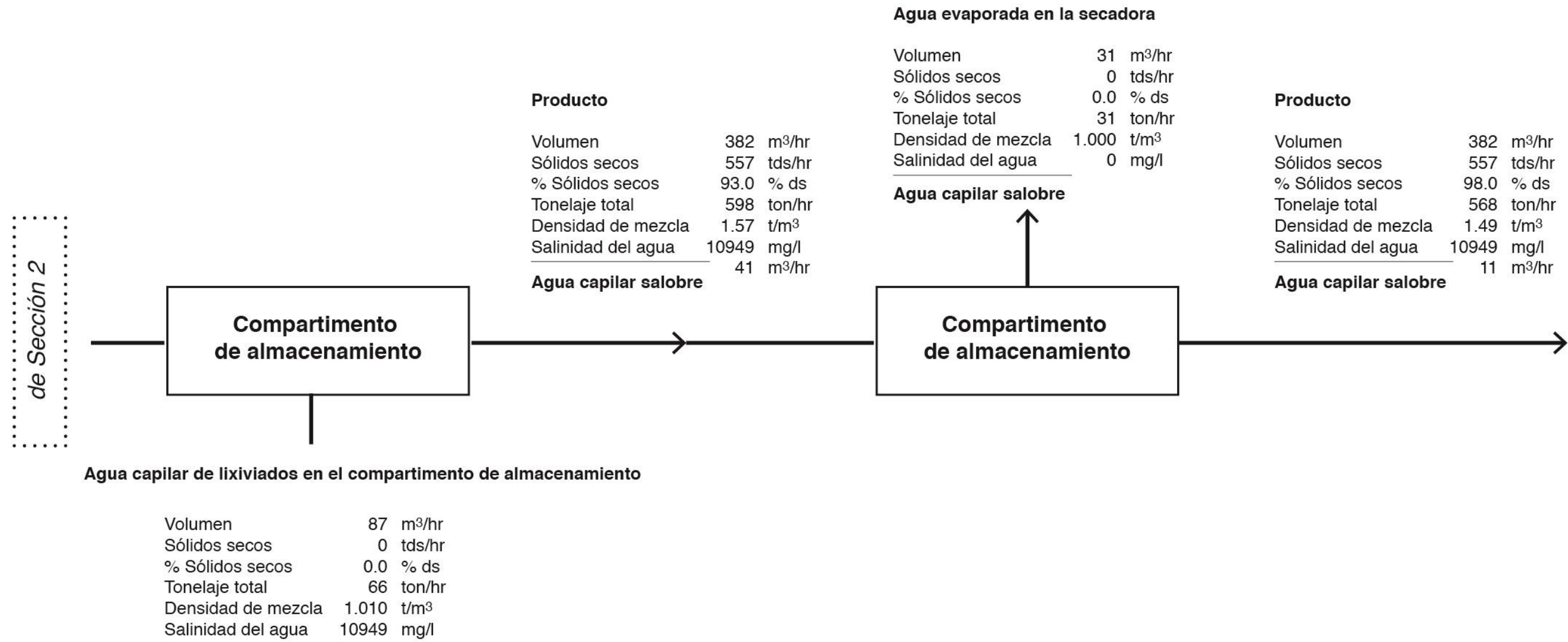


Figura II.52. Diagrama de flujo para la estimación de la salinidad del agua durante la separación y enjuague (sección 3).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

Tabla II. 19. Tabla resumen de varios flujos.

Fuente	Volumen	Ton sólido seco	% Ton sólido seco	Tonelaje	Densidad	Salinidad
	m ³ /h	t/h	% d	ton/h	t/m ³	(mg/kg)
Agua capilar de material en el/los compartimento(s) de almacenamiento de FPSP	243	0	0.0	249	1.025	34400
Total de entrada de agua salada	3337	0	0.0	3420	1.025	34400
Agua de mar para alimentar a la planta de separación	1810	0	0.0	1855	1.025	34400
Agua de mar para la mezcla de bombeo de la planta de separación a la planta de enjuague	905	0	0.0	928	1.025	34400
Agua de mar para almacenamiento unidad ósmosis inversa interna	622	0	0.0	637	1.025	34400
Salmuera (Planta de ósmosis inversa interna)	344	0	0.0	359	1.045	61700
Alimento para la planta de separación	2300	656	23.8	2760	1.200	34400
Retornos: <100um & >2mm	1255	100	7.4	1348	1.074	34400
Alimentación de la planta de enjuague	1950	557	23.8	2340	1.200	34400
Retornos de deshidratación	1613	0	0.0	1653	1.025	34400
Agua dulce para el enjuague	278	0	0.0	278	1.000	109
Enjuague y deshidratación	278	0	0.0	0	1.010	10949
Agua capilar de lixiviados en el compartimiento de almacenamiento	87	0	0.0	88	1.010	10949
Agua evaporada en la secadora	31	0	0.0	31	1.000	0

Proceso de Secado

Las arenas fosfáticas ya concentradas serán drenadas en unas cintas transportadoras para reducir de esta forma el contenido de humedad hasta un nivel aproximado del 15% de humedad y luego se permitirá que por medio de un secado natural de gravedad se reduzca de esta forma el contenido de humedad hasta aproximadamente un 5%, preparándolo así para su trasbordo a su destino final en los mercados internacionales.

Para el secado final del material resultante se emplean habitualmente dos métodos combinados, un sistema de drenaje por gravedad debajo del material almacenado después de su lavado, consistente en un contenedor inclinado y mallas de secado mediante prensado, que elimina el agua sobrante.

El material secado se denomina concentrado de fosfato y son fracciones de arena fosfática entre 100 μm y 2000 μm . Este concentrado consiste en un 95% de roca sólida seca que es la que finalmente queda preparada para su transporte.

Se ha calculado para el transporte final un promedio de 70,000 toneladas de material semanalmente.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

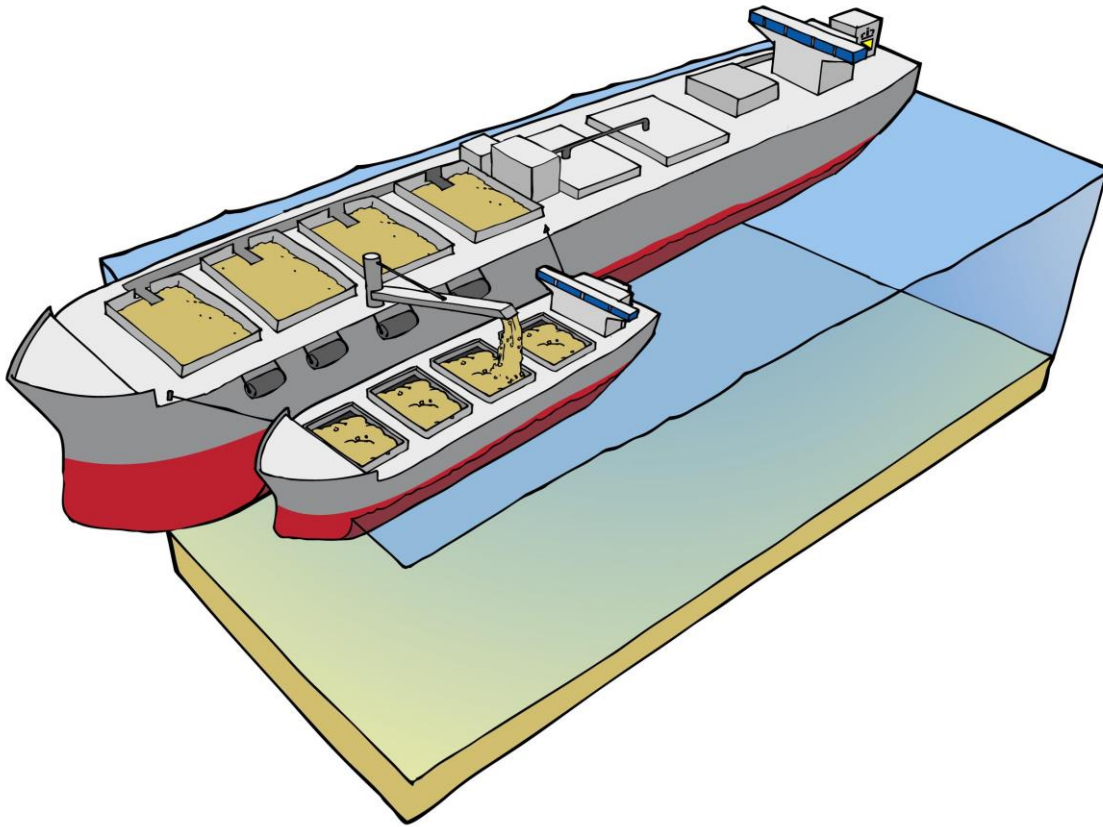


Figura II.53. Carga final en un barco de transporte de la arena fósfrica ya seca.

Hemos desarrollado un modelo complejo para la dispersión de la pluma y sedimentación de los materiales de la barcaza de proceso (FPSP):

- 1) **Descarga en la profundidad máxima factible desde un punto de vista de ingeniería y operacional.** Los modelos de dispersión y sedimentación fueron desarrollados para la barcaza, descargando a una profundidad máxima de 73 metros debajo de la superficie del mar. Como la embarcación de procesamiento será estacionaria, será posible adaptar y operar de una manera segura mediante un tubo de descarga a una profundidad de 73 metros debajo de la superficie del mar, descargando debajo de la piconocline.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Esto nos permite comparar la distancia (o área) de la huella/rastro de la pluma que se dispersa, así como para la sedimentación en el fondo marino para una descarga a 73 metros de profundidad desde la embarcación de procesamiento, respectivamente.

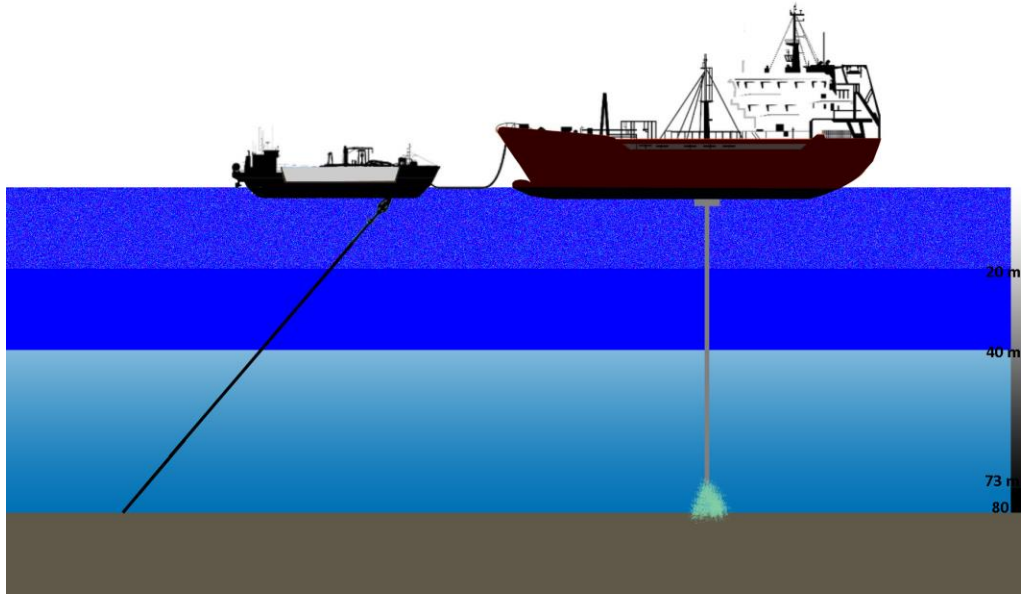


Figura II.54. Descarga en la profundidad máxima factible desde un punto de vista de ingeniería y operacional.

Al utilizar tubería extendida claramente se logran dos objetivos, minimizar la posibilidad de cualquier visualización de pluma dispersada en la superficie y asegurar que sean mínimos los impactos potenciales en la producción primaria del fitoplancton ya que la descarga se produce más de treinta metros por debajo de la picnoclina.

Análisis de la pluma de dispersión con tubería extendida

El estudio de pluma de dispersión presentado en el Anexo 9 de esta MIA se encuentran resumidos en las Figura siguientes. La primer figura muestra la huella del incremento promedio de la concentración de sedimento suspendido en la columna de agua cuando se efectúa el *overflow* de la draga y cuando la arena y conchas de la barcaza son devueltas al fondo marino a través de la “válvula verde”, localizada en el

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

casco de las embarcaciones a 7 metros de profundidad. Esto cumple con los códigos de mejores prácticas de la industria internacional.

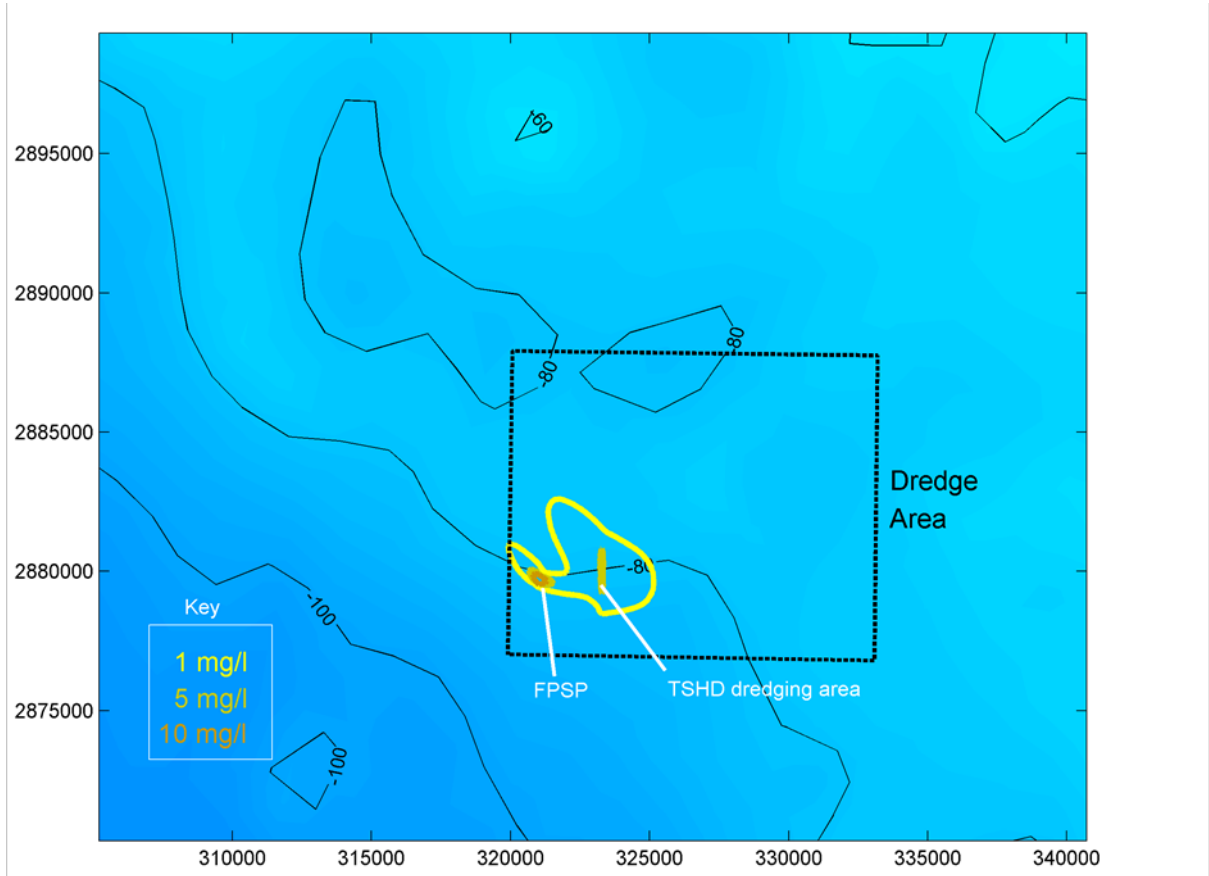


Figura II.55. Huella del incremento promedio de la concentración del sedimento suspendido que se predice; escenario sin tubería de descarga (descarga a una profundidad de 7 metros).

Ahora bien se analizó también con la tubería de descarga por ejemplo a 40 m y 68 m (cabe destacar que la tubería que se propone para el proyecto será todavía mayor, será de 73m) del análisis realizado se pudo ver en la Figura siguiente que la huella del incremento promedio de la concentración del sedimento suspendido como resultado del tubo de descarga se reduce enormemente cuando una tubería extendida es utilizada tanto por la draga como por la barcaza denominada también como FPSP.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

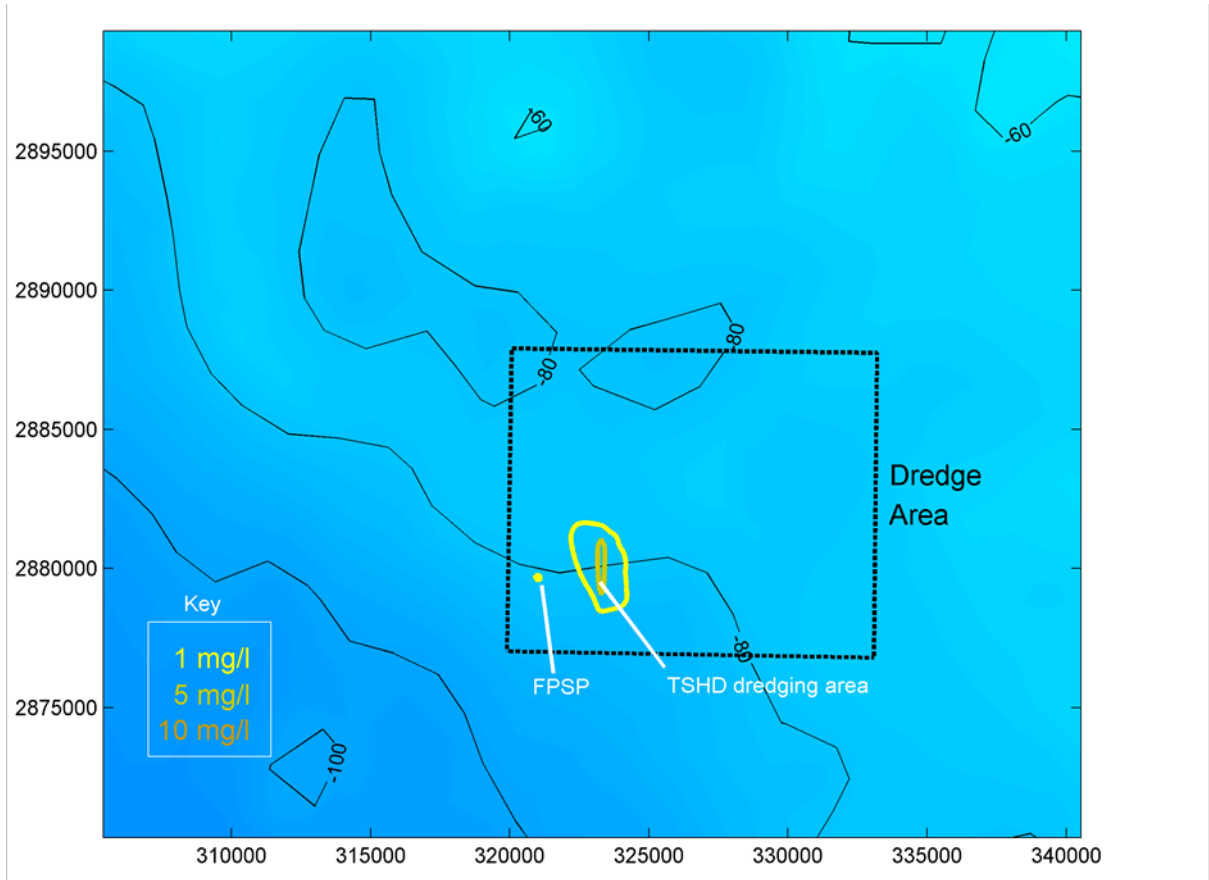


Figura II.56. Huella del incremento promedio de la concentración del sedimento suspendido que se predice; escenario con tubería extendida a 40 m y 68 m.

Finalmente con la tubería extendida, el nuevo modelo de simulación también puede ser utilizado para determinar el potencial de la huella de la dispersión del sedimento en la parte superior a los 40 m en la columna de agua cuando es descargada a través de tubos extendidos tanto de la draga como de la barcaza.

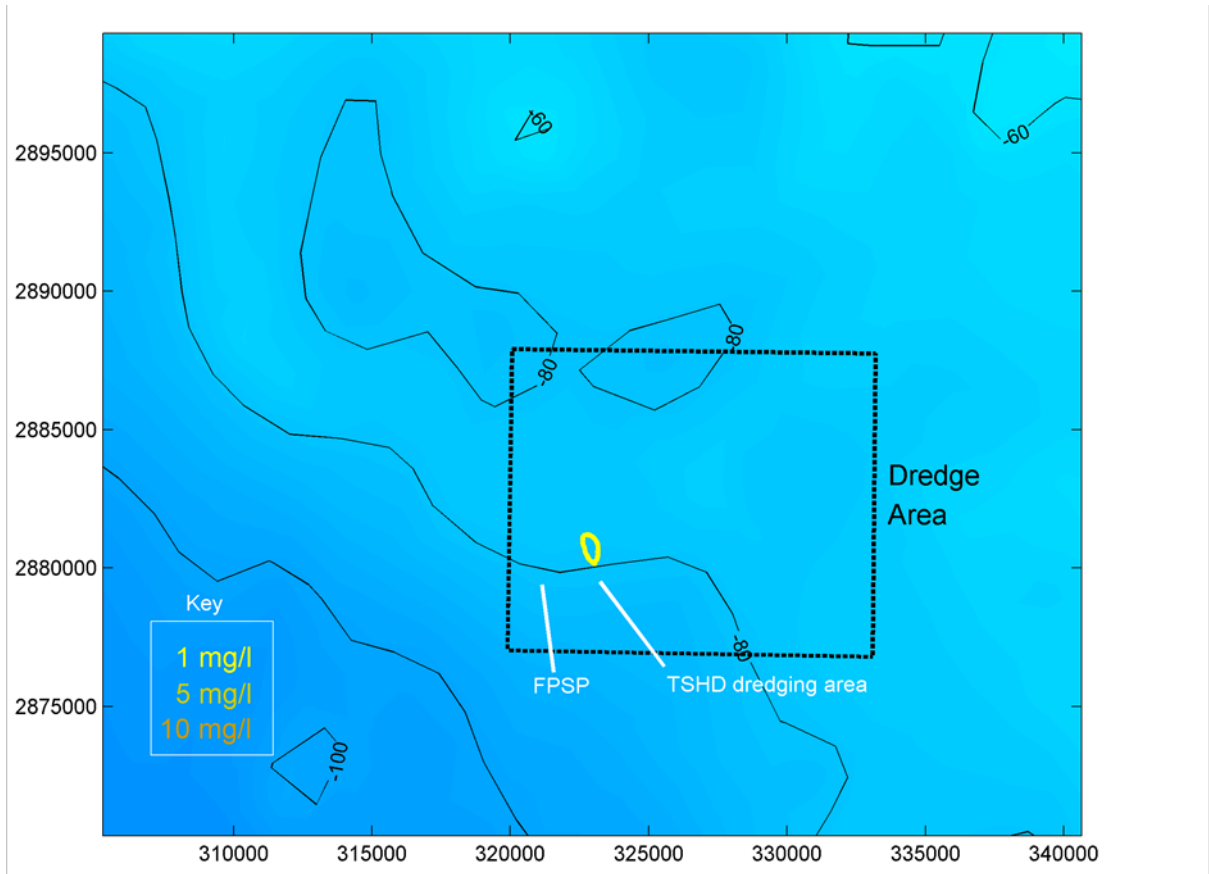


Figura II.57. Huella de la concentración del sedimento suspendido que se predice sobre los 40 m de la columna de agua; escenario con tubería extendida a 40 m.

La Figura siguiente muestra que cualquier impacto potencial de dispersión de sedimento en la columna de agua superior a los 40 m, donde ocurre la producción de la mayoría del fitoplancton, es mínimo. En particular, el incremento promedio de concentración a una profundidad superior a los 40 m de agua en las inmediaciones de la barcaza se predice que estará siempre a menos de 1 mg/l.

Al utilizar tubería extendida claramente se logran dos objetivos, minimizar la posibilidad de cualquier visualización de pluma dispersada en la superficie y asegurar que sean mínimos los impactos potenciales en la producción primaria

del fitoplancton ya que la descarga produce a más de cuarenta metros por debajo de la picnoclina.

Análisis comparativo

La Tabla II.20 muestra la distancia máxima y el área de dispersión de la pluma antes de alcanzar las concentraciones de fondo a 1 mg/litro. Éstas son las descargas directas debajo del casco empleando sólo la válvula verde a 7 metros de profundidad como estaba propuesto originalmente en la MIA, y comparativamente podemos ver la distancia reducida de dispersión a 1 mg/litro cuando la descarga se produce desde la draga mediante un tubo a 40 metros bajo la superficie del mar y a 68 metros de profundidad, cuando se descarga desde la embarcación de procesamiento. También se muestra el área máxima de la huella de la pluma que se dispersa antes de llegar a concentraciones de fondo de 1 mg/l. Esto demuestra que el área máxima de dispersión de la pluma, alcanzando concentraciones de fondo inferiores a 1 mg/l, será de 9.68 km². Esta dispersión se produce cuando la descarga se realiza a 7 metros de profundidad, directamente debajo del casco. Esta área máxima de dispersión de la pluma se reduce a 3.22 km² cuando las descargas se producen a una profundidad de 40 m desde la draga y a 68 m desde la barcaza. En esta gráfica también se muestra el área máxima de la huella de dispensación de la pluma antes de llegar a concentraciones de fondo superiores a 1 mg/l.

Los valores correspondientes a la deposición del sedimento de la dispersión de la pluma se muestran en la Tabla II.21. En este caso, hemos calculado la distancia y el área de la huella de deposición de sedimento a 1 cm/año y a 5 cm/año, respectivamente. El área de la huella de deposición anual a 1 cm de profundidad se reduce de 53.3 km² a 29.3 km², recurriendo a la descarga mediante una tubería extendida a 40 m de profundidad desde la draga y a 68 m desde la barcaza;

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

reduciendo la huella de deposición a 55% de la descarga superficial. La Tabla II.21 también muestra la información correspondiente a la deposición anual de 5 cm. En este caso, la huella de deposición de la descarga superficial es 12.32 km² y 10.83 km² para descarga con tubería extendida. Esto resulta en una reducción modesta de 88% en el área de deposición comparada con la descarga superficial, que refleja la deposición relativamente rápida de partículas gruesas a través de la columna de agua.

Tabla II.20. Muestra la distancia máxima y el área de dispersión de la pluma a 1 mg/litro de descargas combinadas de DSM y embarcación de procesamiento. Los valores mostrados son para descargas a 7 metros debajo del casco y a 40 metros debajo de la superficie del mar de la DSM y a 68 metros de la embarcación de procesamiento. También se muestra la reducción de la huella que se logra al utilizar una tubería larga.

DISPERSIÓN	TSHD + FPSP	% REDUCCIÓN	TSHD + FPSP
Profundidad (m)	7 7		40 68
Distancia de pluma @ 1 mg/l	4.4 km		2.9 km
Área	9.68 km ²		3.22 km ²
Reducción de la huella		66%	

Tabla II.21. Tabla que muestra el grado y área de la huella de deposición de la descarga combinada de la DSM y la embarcación de procesamiento a una profundidad 7 metros debajo del casco y a la descarga propuesta a 40 metros debajo de la superficie del mar de la DSM y a 68 metros de la embarcación de procesamiento. Los valores mostrados corresponden al contorno de disposición de 1 cm/año y también para disposición de 5 cm/año. También se muestra la reducción en la huella de deposición.

DISPERSIÓN	TSHD + FPSP	% REDUCCIÓN	TSHD + FPSP
Profundidad (m)	7 7		40 68
Distancia de la huella @ 1 cm/año	12 km		8.8 km
Área	53.3 km ²		29.3 km ²
Reducción de 1 cm/año de huella		45%	
Distancia de la huella	5.55 km		4.44 km

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

@ 5 cm/año			
Área of 5 cm/año Huella	12.32 km ²		10.83 km ²
Reducción de la huella de 5 cm/año		12.1%	

CONCLUSIÓN

A pesar de los retos de ingeniería y operación que conlleva el uso de tuberías de descarga a una profundidad mayor de los 40 y 68 metros de profundidad como se utilizo para el análisis y que para el proyecto se tiene contemplado una tubería extendida de 73 m para la barcaza, significa un gran beneficio al medio ambiente, tanto en la columna de agua como en el fondo marino.

Sólidos suspendidos

- El incremento promedio de la concentración de sedimentos suspendidos que resultan de la descarga por tubería se reduce significativamente cuando se utiliza la tubería extendida en la barcaza.
- Se prevé que el incremento promedio en la concentración superior a los 40 m de agua en las inmediaciones de la barcaza siempre será inferior a 1 mg/l.
- Cualquier impacto potencial de dispersión de sedimento sobre los 40 m de agua, donde ocurre la producción mayoritaria de fitoplancton, es mínima.
- El uso de tuberías extendidas claramente cumple con dos objetivos: minimizar la posibilidad de cualquier visualización en la superficie de

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

dispersión de la pluma y asegurar que impactos potenciales en la producción primaria del fitoplancton sean mínimos.

Área de deposición

- Observamos que el área de la huella de la deposición de sedimento en el fondo marino se reduce significativamente, si aplicamos un tubo de descarga o no. El área de contorno de deposición de 0.01 m anual alcanza los 53.3 km² usando la descarga directa desde el casco empleando la “válvula verde”, tal y como proponemos en la MIA, de acuerdo con las mejores prácticas de la industria. El área de sedimentación en el fondo marino sería de sólo 29.3 km² si empleamos tuberías de más de 40 m y 68 m, a través de las cuales descargarían la draga y barcaza, respectivamente. Ahora bien, SI empleamos un solo tubo a 73 metros, la reducción es muy significativa.
- En cuanto a la huella de deposición asociada con el uso de tubería extendida para descargar el *overflow* de agua de la draga, además de la arena y conchas separadas por la embarcación de procesamiento, ésta se reduce un 55% comparada con las descargas realizadas por debajo del casco de las embarcaciones, de acuerdo con las mejores prácticas de la industria.

Programa de transporte

A continuación se presenta el plan preliminar de transporte de producto (fosforita) desde el punto de procesado hacia su destino final en México o el exterior. La principal consideración es la periodicidad del tráfico generado dentro del SAR. Para proceder se han definido los siguientes valores de referencia.

Tabla II.22. Valores de referencia del programa de transporte del proyecto.

“Producto”	Mezcla de arena marina con aproximadamente 30% de fosforita
-------------------	--

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Producción diaria de producto en barcaza de procesado	Aproximadamente 10,000 toneladas/día
Capacidad máxima de almacenaje en barcaza de procesado	50,000 toneladas de producto
Capacidad de carga en barcos de transporte	Handymax = 40,000 toneladas Capesize = 150,000 toneladas

El transporte del material procesado a su punto de descarga en un puerto será ejecutado con barcos de carga tipo bulk carriers. Como indica la Tabla se estima utilizar 2 tamaños de bulk carrier, que denominaremos “transportes”:



Figura II.58. Handymax – Bulk carriers de 30,000 a 55,000 toneladas, capaces de entrar en la mayoría de los puertos del mundo. Promedio: 40,000 toneladas de capacidad de carga.



para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Figura II.59. Capesize – Bulk carriers de 100,000 a 200,000 toneladas, utilizados para transportaciones a grandes distancias pero limitados en la cantidad de puertos donde pueden operar.

Promedio: 150,000 toneladas de capacidad de carga.

Con base en estas 2 capacidades distintas se presentarán asimismo 2 cronogramas también ligeramente distintos, como se explica a continuación.

Para evitar interrupciones en el procesado de producto sobre la barcaza de procesado (FPSP) se prevé planificar la descarga del producto aproximadamente cada 4 días calendario. Esto evitará el riesgo de alcanzar la capacidad máxima de almacenaje, lo cual causaría una interrupción en el proceso.

Al comienzo de cada periodo de producción, la barcaza empezará a trabajar con una bodega de almacenamiento vacía y acumulará el producto hasta alcanzar una carga de aproximadamente 40,000 toneladas. Independientemente del transporte utilizado, el barco de transporte se aproximará a la barcaza para comenzar el traspaso de las 40,000 toneladas de la barcaza al transporte. Una vez completado el traspaso –que, con amarre y desamarre, durará aproximadamente un día–, el transporte partirá fuera del SAR.

En el caso del Handymax, la embarcación seguirá rumbo a su destino final, donde descargará el producto y volverá a la zona de trabajo, permaneciendo fuera del SAR hasta ser llamado de nuevo por la barcaza para traspasar la siguiente carga de 40,000 toneladas.

En el caso del Capesize, luego de completado el traspaso de las 40,000 toneladas, esta embarcación se estacionará en una posición fuera del SAR, con la aprobación de las autoridades marítimas competentes, y esperará allí hasta ser llamada de nuevo por la FPSP para el siguiente traspaso. Esto se repetirá 3 veces hasta haber completado la carga de 150,000 toneladas, lo cual llevará en total unos 15 días. A partir de ese

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

momento la embarcación seguirá rumbo a su destino final, donde descargará el producto y volverá a la zona de trabajo, permaneciendo fuera del SAR hasta ser llamado otra vez por la barcaza para su siguiente carga.

Este cronograma de traspaso y transporte está diseñado de forma que permita minimizar el impacto de las embarcaciones de transporte sobre el SAR y el entorno de la concesión, así como de las actividades ambientales y de pesca.

A continuación se muestra un esquema indicativo del transporte, utilizando 2 embarcaciones de transporte tipo Handymax y asumiendo 2 días de navegación al destino final. Como se puede ver en este escenario, las embarcaciones Handymax 1 y 2 se van alternando a fin de mantener una rotación constante que permita descargar la FPSP cada 4 días.

Igualmente, la Figura siguiente muestra un esquema indicativo similar pero basado en embarcaciones tipo Capesize y asumiendo 6 días de navegación al destino final.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

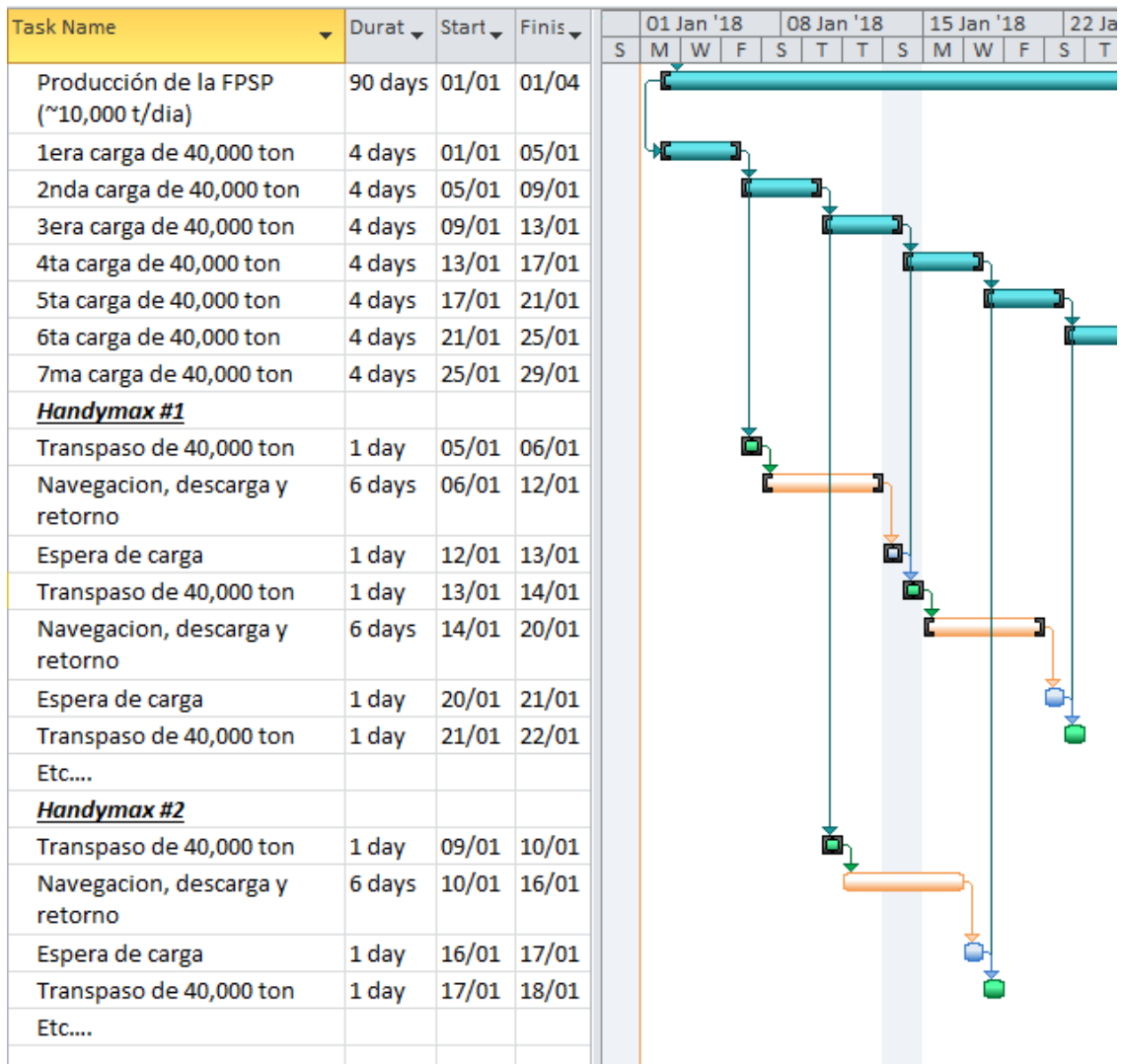


Figura II.60. Planificación representativa de 2 embarcaciones tipo Handymax.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

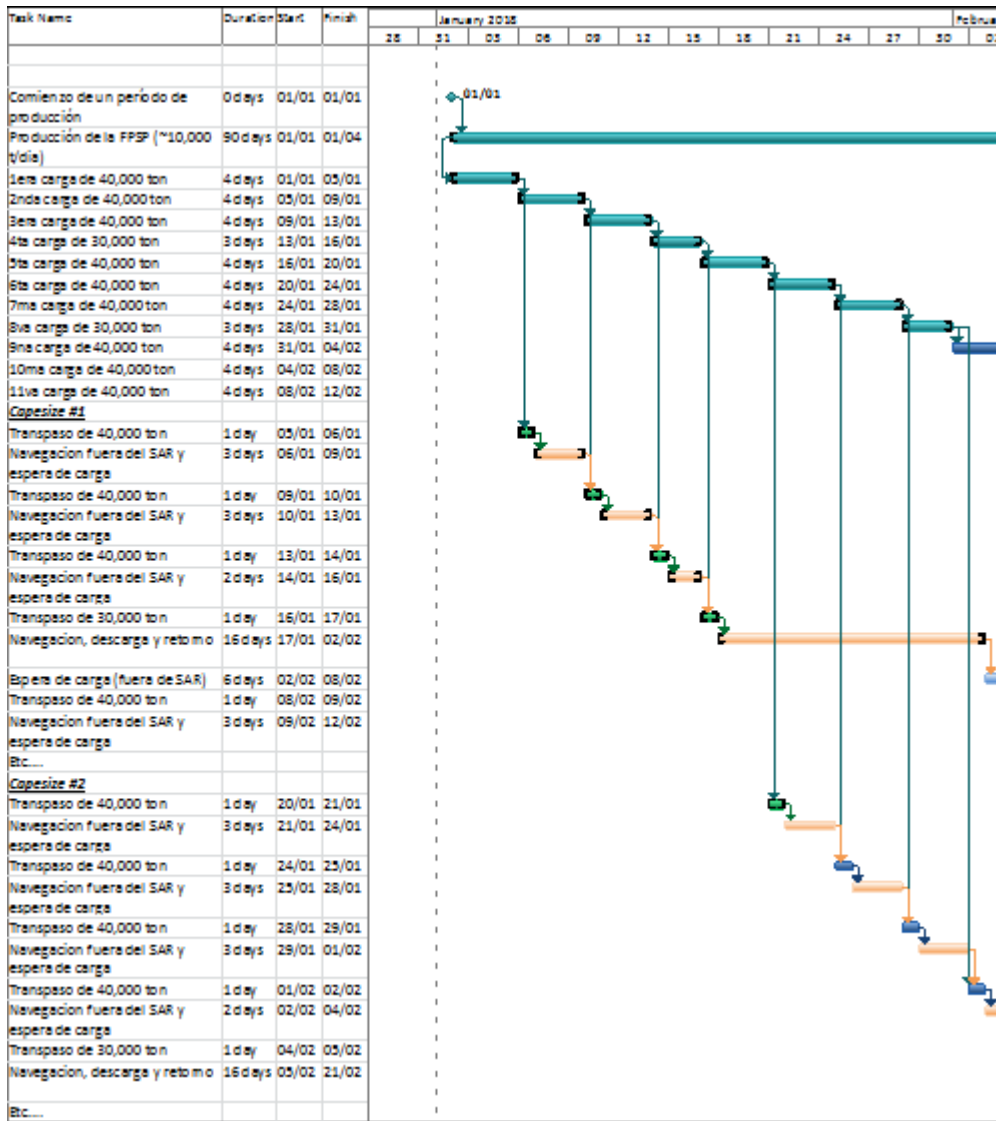


Figura II.61. Planificación representativa de 2 embarcaciones tipo Capesize.

II.2.7. Mantenimiento

El mantenimiento, es el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de conservar las propiedades operativas de la draga, del remolcador y de la barcaza con los que se realizarán las operaciones de dragado y preparación para el transporte de las arenas fosfáticas en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico. Su objetivo es optimizar la disponibilidad del equipo para la operación.

El proceso de mantenimiento diseñado es continuo ya que las interrupciones provocan pérdidas y la corrección de condiciones defectuosas origina un incremento de costos y una disminución en la productividad y en la seguridad.

Planificación del mantenimiento

En una planificación adecuada se debe tomar en consideración la identificación de los objetivos deseados; esta actividad consiste en determinar las metas que se desean alcanzar a corto, medio y largo plazo, entre las que se debe destacar:

Prolongar la vida útil del equipo.

- Mantener los rendimientos de los equipos en igualdad de condiciones a los establecidos en el diseño original.
- Evitar en la medida de lo posible, reparaciones y trabajos de emergencia.
- Reducir los costos de mantenimiento correctivo y de adquisición de refacciones.

Período que debe abarcar la planificación

Los planes de mantenimiento han sido diseñados para que puedan ser implementados para 50 años; es decir durante la vida útil del proyecto, sin embargo, se han segmentado en tres periodos para una correcta coordinación de las acciones:

- A largo plazo: Son las acciones diseñadas con los pronósticos de demanda, diseño de maquinaria y la planeación estratégica en la administración total del proyecto durante el total de su vida útil. El tiempo total para el que se elabora el plan en nuestro caso, es de 50 años.
- A medio plazo: Son aquellos planes que están vinculados con los objetivos, políticas y procedimientos de mantenimiento a efecto de que éstos sean afines con las necesidades de la producción, los estándares industriales y la ley.
- A corto plazo: Éste contempla la planeación operativa ya que está íntimamente ligada al desarrollo de los proyectos, por lo que viene a ser una planeación específica de los trabajos de mantenimiento, principalmente ligada a la maquinaria de uso más intenso y activo.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Este tipo de planes abarca todo el espectro de mantenimiento que sea necesario efectuar, tanto el que se debe realizar diariamente como el que hay que realizar de manera periódica en ciclos calendarizados.

Programas de mantenimiento

Los programas de mantenimiento se diseñan en base a las necesidades del parque de maquinaria empleado en las operaciones; en nuestro caso incluiremos la draga, la barcaza y el remolcador:

- Mantenimiento mayor
- Reparaciones en seco (varada en astillero)
- Reparaciones a flote en el mar
- Cambio de refacciones
- Mantenimiento preventivo
- Cambio de refacciones
- Mano de obra especializada para tareas específicas (en su caso)
- Mantenimientos rutinarios
- Materiales (consumibles)
- Refacciones menores
- Mano de obra especializada en tareas específicas (en su caso)
- Mantenimientos correctivos
- Los realizados al detectar una falla
- Gastos administrativos del mantenimiento
- Salarios
- Supervisión
- Viáticos y pasajes
- Adquisición de bienes complementarios, usualmente asociados al uso intensivo
- Tuberías, líneas de presión, conexiones
- Cabezales, cribas y elementos mecánicos

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El mantenimiento mayor obedece a una planificación general, influyendo de manera determinante en el diseño de las operaciones; el resto del mantenimiento puede coordinarse con la producción, pero el mantenimiento mayor se realiza de manera coordinada con la producción y con sus ciclos de “parada técnica”.

La diferencia fundamental entre el mantenimiento preventivo y el correctivo consiste en ejecutar el trabajo antes o después de presentarse una falla de funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquél en el que se toman las medidas necesarias anticipadamente y en las fechas preestablecidas para tratar de evitar en la medida de lo posible la presentación de fallas en los equipos.

El mantenimiento rutinario es el que se realiza sistemáticamente, con la fuerza laboral propia, consiste en la limpieza de la unidad, pintura, chequeo de niveles, relleno de ser necesario, calibraciones, engrases, etc.

Para realizar el trabajo existen además de la programación, algunos otros formatos de control como pueden ser órdenes de trabajo específicas, calibraciones o funcionamiento en modo de pruebas, por poner algunos ejemplos.

Memorias y reportes de ejecución de mantenimiento.

El objetivo de mantener un archivo de memoria y reportes de trabajos, es tener un historial de cada equipo. Del análisis de este registro histórico se obtendrá:

- Detección de partes sensibles o débiles de los equipos.
- Determinación de rendimientos y tiempos de reparación.
- Determinación de necesidades preventivas de repuestos.
- Calificación del trabajo.
- Costes de la reparación.

El programa de mantenimiento es específico para cada uno de los buques empleados en los trabajos; el remolcador, la draga y la barcaza. Cada buque tiene un sistema de homologación y control de calidad otorgado por una o varias empresas de certificación Class NK, ABS, DKV, Bureau Veritas o Lloyd Register, por citar algunos ejemplos de las compañías homologadas por la Organización Marítima Mundial IMO.

Cada buque tendrá su propio sistema de clasificación por una o varias de las agencias certificadoras mencionadas, y sus programas de mantenimiento podrán variar siempre en base y adaptándose a esos estándares internacionales.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

II.2.8 Requerimiento de personal e insumos

Combustible

La energía total requerida se ha calculado en 30 MW. Los cálculos de consumo de combustible; sin embargo, variarán dependiendo de las condiciones climatológicas y oceanográficas.

Los combustibles marinos requeridos para la maquinaria será el IFO (Intermediate Fuel Oil) y el MGO (gasóleo marino) para los motores y generadores.

Agua

El agua potable requerida será para 80 personas en la barcaza del proceso dividida en dos turnos y 30 personas en la draga distribuidas en dos turnos también. El consumo se ha estimado en 0.005 m³/día/persona. Total 80 personas=0,4 m³/día.

II.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Debido a la naturaleza del proyecto, no se tienen contempladas obras y actividades provisionales, si bien la logística de abastecimiento desde tierra será parte del proyecto general de explotación; las actividades provisionales del proyecto han consistido en un conjunto de estudios que nos han llevado a evaluar los parámetros ambientales expresados en la presente MIA y en la delimitación del depósito bajo el sedimento marino.

II.4. Descripción de obras asociadas del proyecto

Por las características del proyecto, no se prevé ningún tipo de obra adicional asociada al proyecto, únicamente las mencionadas anteriormente.

II.5. Etapa de abandono del sitio

La recuperación del suelo marino una vez que cesan las actividades de dragado con dragas de succión en marcha TSHD, es un factor que ha sido estudiado y monitoreado

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

en el sector de los dragados en aguas del Reino Unido. Señalaremos los aspectos esenciales que han sido resueltos gracias a estos estudios y monitoreo:

- Programas para minimizar la interferencia con otros usos legítimos del suelo marino.
- Métodos que favorezcan la recolonización y recuperación de áreas que han sido dragadas.

Ambos aspectos son particularmente relevantes, sobre todo para evaluar el impacto en zonas donde existen pesquerías, en esos puntos donde se dan cita ambas actividades.

Zonas de Dragado Activas y la gestión de las operaciones de dragado

Los diferentes sectores de dragado en Gran Bretaña tienen un sistema de notificación a las organizaciones pesqueras sobre actividades de dragado muy bien establecido. Los dragados de minerales se realizan en un ámbito definido como Áreas de Dragado Activas (ADA); estas zonas constituyen el lugar donde se otorgan las licencias de dragado y donde las dragas desarrollan su labor. En general, la ADA se ubica en torno a 3-4 kilómetros en el eje de las corrientes de marea, porque el dragado nunca se realiza transversalmente a la corriente. Estas ADA tienen generalmente más de 500 metros de ancho y el dragado se realiza dejando una capa de substrato residual sobre la roca, permitiendo la recolonización y la rehabilitación de las comunidades que estaban presentes antes del dragado. Puesto que nosotros no tenemos un substrato de roca limitando el yacimiento éste procedimiento no es aplicable a nuestro proyecto.

La industria del dragado tiene acuerdos con la industria pesquera con la finalidad de informar y reportar el proceso y cualquier cambio en el dragado de las zonas ADA y las licencias de dragado otorgadas. Esto permite que las actividades pesqueras y de dragado convivan en la misma zona, sin interferencia de ninguna de las actividades y sin riesgo de que los buques lleguen a colisionar.

En el caso del proyecto, el dragado se realizará en un sitio predefinido, durante el periodo de vida del proyecto, dentro del área que también podríamos denominar Área de Dragado Activa (ADA). El proyecto está diseñado siguiendo este fundamento, combinando una eficiente recolección del recurso mineral y minimizando el impacto en los recursos marinos.

Esto permite que una vez dragado un sector, la draga se mueva a otro sector habiendo recuperado la zona dragada previamente; de este modo se ha realizado la recuperación del suelo marino al abandonar esa zona.

Recuperación de los recursos del fondo marino durante la etapa de abandono del sitio

La velocidad de la recuperación natural de los recursos biológicos en el suelo marino depende parcialmente de que la composición física de los sedimentos sea la misma o similar a aquéllos que estaban presentes previamente al dragado. Los estudios realizados sobre diferentes tipos de dragado por todo el mundo han mostrado que las comunidades biológicas que se caracterizan por habitar en zonas arenosas, poseen una gran capacidad de recolonización y crecimiento en sus comunidades.

Esto es atribuible a que las especies que habitan el fondo marino son predominantemente pequeños animales activos que pueden migrar hacia los depósitos dragados, colonizándolos con su deposición larvaria gracias a la circulación del plancton. Comúnmente, la completa recuperación en arenas se produce en torno a los nueve meses (Newell et al., 1998; Foden et al 2009); sin embargo, se ha observado que se precisa de un periodo entre 2 a 3 años en suelos de mayor estabilidad y en fangos para obtener una recuperación importante. En contraste, substratos rocosos mucho más estables y sólidos, donde se dan cita comunidades mucho más complejas y de crecimiento más lento pueden tomar varios años para llegar a tener un buen ritmo de crecimiento y llegar a su recuperación completa.

El área del suelo marino donde se pretende realizar el dragado, se caracteriza por estar compuesta de arenas, fangos y limos muy finos que han sido depositados desde épocas ancestrales sobre los depósitos de la arena negra fosfática. Los videos obtenidos con el ROV que se desplegó en la zona durante las diferentes campañas de estudio de la misma, sugieren que la macro fauna presente en el suelo marino es relativamente escasa y dispersa comparada con aguas más profundas situadas al oeste o con el área costera situada más al este. Los depósitos que se pretenden dragar están caracterizados por especies que son capaces de migrar de un área a otra. Por otra parte, especies como los pepinos marinos (Holotúridos) producen una gran cantidad de larvas que se incorporan a la circulación del plancton, permitiendo una rápida recolonización de las áreas dónde el dragado ya ha finalizado.

Queremos destacar que en la zona existe una importante mezcla de aguas profundas y especies de aguas más someras; este patrón ayuda de manera determinante a la recolonización de las áreas que han sido dragadas. Un aspecto muy importante para la recuperación del área de dragado es el patrón de trabajo, el cual permite la extracción de las arenas fosfáticas de una zona y al terminar esa fase extractiva se traslada la draga a otro sector, permitiendo la rápida recuperación de la zona que ya ha sido dragada. La velocidad y la intensidad de la recuperación de la fauna bentónica es un proceso que será monitoreado empleando la misma metodología que ha sido desarrollada por el UK Marine Management Organization y aprobado por el Consejo Internacional de la Exploración Marina (ICES).

II.6. Utilización de explosivos

Las características del proyecto no requieren la utilización de ningún tipo de explosivo.

II.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Se ha considerado para este proyecto, apegarse a lo establecido por el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques, 1973 (**Convenio MARPOL**), lo cual se refiere a un convenio que busca preservar el medio ambiente marino a través de la prevención de la contaminación por petróleo y otras sustancias nocivas y la minimización de una descarga accidental de dichas sustancias.

El Convenio MARPOL es uno de los instrumentos internacionales más importantes para prevenir la contaminación del mar. Los seis anexos del Convenio contienen reglas detalladas relativas a diversas fuentes de contaminación ocasionada por los buques. Su entrada en vigor internacional data del 2 de octubre de 1983. El proyecto se apegará y ajustará a cada una de las reglas establecidas y aplicables en los diversos Anexos del Convenio MARPOL. Los Anexos a considerar en el desarrollo del proyecto son II, III, IV, V y VI. Los anexos en comento son:

Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.

Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en bultos.

Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.

Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación por basuras de los buques.

Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

II.8. Contaminación acústica

Se contrató los servicios profesionales de la que quizás es una de las muy pocas empresas en el mundo que realizan modelos de simulación en computador para la propagación del sonido submarino, con miras a determinar el alcance, magnitud y afectación de todos los sonidos generados por la draga y los equipos

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

complementarios. Estos estudios serán tratados más adelante. Cabe resaltar; sin embargo, que el nivel de sonido generado por los procesos extractivos, por la draga, por la barcaza y por el barco auxiliar son de una intensidad muy similar a los propios barcos dedicados al avistamiento de ballenas tal como lo demuestra el estudio presente en el anexo 10 de la presente MIA.

Los mamíferos marinos y los peces cartilagosos utilizan el sonido para obtener información de su entorno, alertarse sobre la presencia de depredadores, de alimentación o peligro, y para comunicarse con sus con-específicos. Las distintas especies han desarrollado diferentes llamadas que, dependiendo del tipo, se transmiten en los distintos estratos de la columna de agua. En general, las fonaciones de los cetáceos ocurren principalmente en la superficie del mar, en segundo orden de importancia en el fondo marino y, finalmente, en la columna intermedia de agua.

La contaminación acústica generada por las actividades de dragado generalmente es constante, no intermitente y de baja frecuencia. En la **Figura siguiente** se muestran las frecuencias de sonido emitidas por diferentes dragas las cuales varían entre 160-180 dB $\mu\text{Pa}^2 \text{m}^2$.

Toda la información pertinente al impacto y monitoreo de la afección acústica durante los trabajos de dragado puede consultarse en el Anexo 10 de la presente MIA.

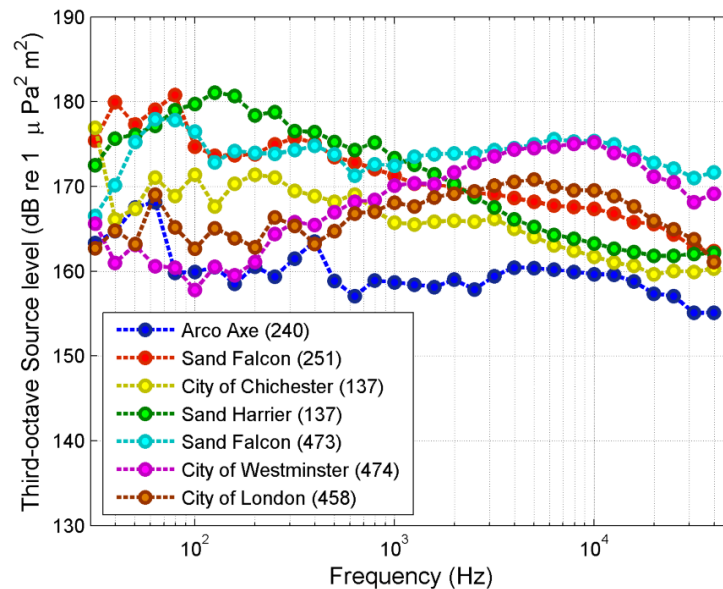


Figura II.62. Niveles de sonido generados por diferentes operaciones de dragado (Tomado de Robinson et al. 2011).

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Las medidas de prevención y mitigación que se proponen implementar con el fin de no causar afectaciones a la comunicación de los mamíferos marinos, debido a la contaminación acústica por las actividades de dragado, se describen en el Capítulo VI. No obstante se instalarán alarmas acústicas que son las adecuadas y aceptadas por la industria a nivel mundial para los diferentes anchos de banda sonoras susceptibles para las ballenas y delfines.

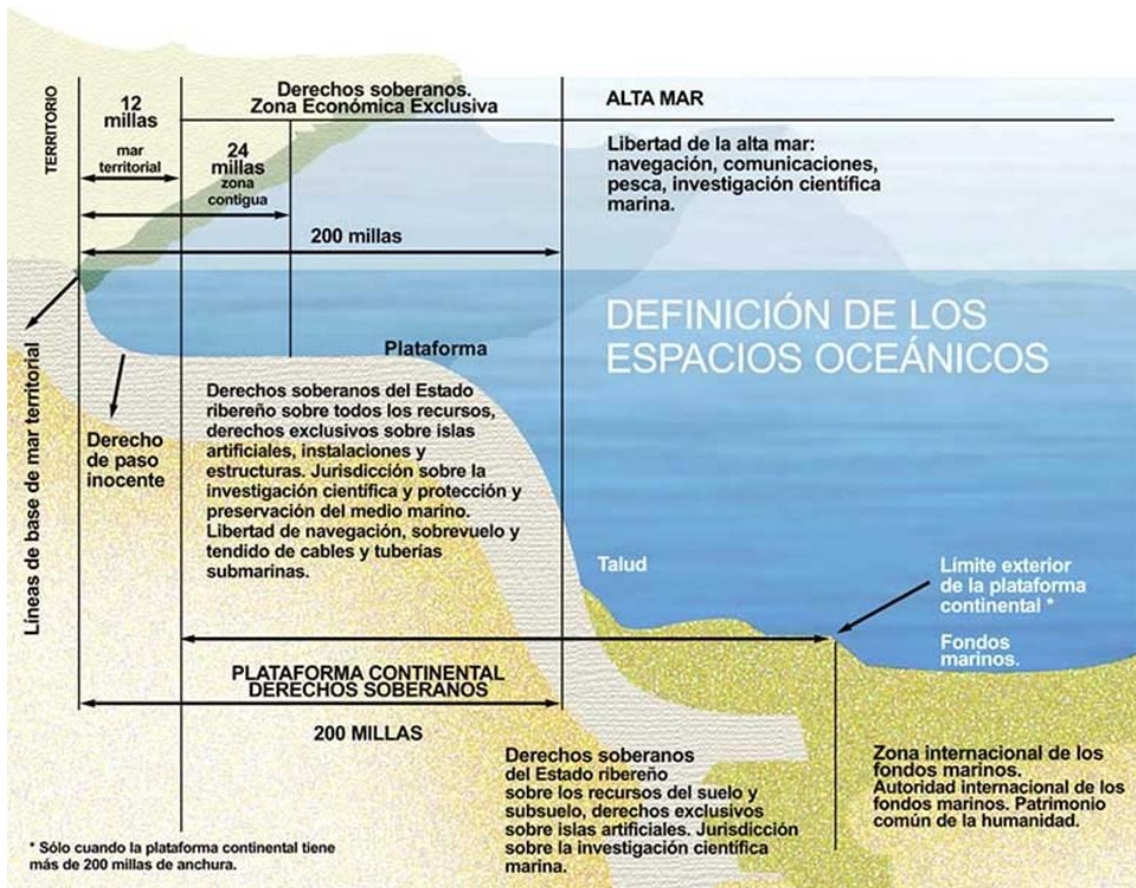
II.2.13. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Conforme a lo establecido en los apartados anteriores, resulta aplicable también lo establecido en los anexos II, III, IV, V y VI del Convenio MARPOL. Presente en el Anexo 6.

CAPÍTULO III

*VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES*

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



INDICE

INDICE.....	25
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	27
III.1. En materia de planeación.....	29
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo.....	30
III.1.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT).....	34
III.1.3. Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018.	37

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

III.1.4. Áreas Naturales Protegidas.....	39
III.1.5. Área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas	41
III.2. En materia de ordenamientos jurídicos nacionales	42
Tabla III.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	42
Tabla III. 2 Ley General de Bienes Nacionales.	44
III.2.3. Ley Federal del Mar.....	46
III.2.4. Ley Minera	50
III.2.5. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	53
Tabla III.7 Ley General de Vida Silvestre.	69
Tabla III.8 Ley de Aguas Nacionales (LAN).....	71
Tabla III. 9. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).....	75
Tabla III.10 Ley de Navegación y Comercio Marítimos.....	75
III.2.10. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.....	76
III.3. En materia de ordenamientos jurídicos internacionales	42
Tabla III.12 Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.....	42
Tabla III.13 Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias y su Protocolo.....	43
III.3.3. Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques.....	43
Tabla III.14 Anexos del Convenio MARPOL.....	45
Tabla III.15 Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.	47
Tabla III.16. Convenio sobre Diversidad Biológica.	49
III.4. Normas Oficiales Mexicanas	50
Tabla III.17 Agua.	50
Tabla III.18 Flora y fauna silvestre.....	51
Tabla III.19 Embarcaciones.....	52

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El proyecto es viable ya que se ajusta a las disposiciones jurídicas ambientales que le son aplicables. Para esto en el presente capítulo se vinculará con cada norma de carácter nacional e internacional aplicable, evidenciando mediante un análisis sustentado en información técnica-jurídica que se cumple con las citadas regulaciones.

En el presente capítulo se analizará la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables, de acuerdo a lo que dispone el

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

artículo 13 fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para tal fin, se han identificado los instrumentos jurídicos, normativos o administrativos que regulan la obra y/o la actividad que integra el proyecto y una vez hecho lo anterior, se ha efectuado un análisis que determina la congruencia de cómo se ajusta el proyecto a las disposiciones de dichos instrumentos.

Bajo este marco, los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos que se analizaron son los siguientes:

En materia de planeación

- Plan Nacional de Desarrollo
- Programas sectoriales como el de la SEMARNAT y el de la SAGARPA
- Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)
- Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)
- Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas
- Decretos y planes o programas de conservación de especies

En materia de ordenamientos jurídicos nacionales

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley General de Bienes Nacionales
- Ley Federal del Mar
- Ley Minera
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS)
- Ley de Aguas Nacionales (LAN)
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

- Ley de Navegación y Comercio Marítimos
- Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas
- Reglamentos de las leyes anteriores relacionados con el proyecto

En materia de ordenamientos jurídicos internacionales

- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
- Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques
- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias y su Protocolo
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas

III.1. En materia de planeación

Es importante destacar que el proyecto se ubica fuera del Mar Territorial y dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), frente a las costas del estado de Baja California Sur; por lo tanto, no se encuentra dentro del ámbito territorial de algún municipio o localidad, quedando por ello fuera del ámbito de competencias de éstos, además de que tampoco forma parte del territorio del estado de Baja California Sur.

En cuanto al Ordenamiento Ecológico, éste se define jurídicamente como: “El instrumento de política ambiental cuyo objeto es, regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.” Estos ordenamientos pueden ser “General del Territorio; Regionales; Locales y Marinos”, tal como lo establece el artículo 19 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

El proyecto se desarrollará, como se ha dicho en el litoral del Pacífico Mexicano en su Región Norte, en la Zona Económica Exclusiva (ZEE), por lo tanto, el único Programa de Ordenamiento Ecológico que le sería aplicable es el Marino.

Sin embargo, actualmente en el Pacífico Mexicano Región Norte no se cuenta con un Ordenamiento Ecológico Marino que regule al proyecto.

En cuanto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), tampoco le es aplicable al proyecto, porque el ámbito de regulación en el que actúa es sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre.

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento que traza los grandes objetivos de las políticas públicas; establece las acciones específicas para alcanzarlos, y precisa indicadores que permitirán medir los avances obtenidos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la planeación del desarrollo nacional como el eje que articula las políticas públicas que lleva a cabo el Gobierno de la República, pero también como la fuente directa de la democracia participativa a través de la consulta con la sociedad.

Tanto la Constitución como la Ley de Planeación establecen que le corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional, para garantizar que éste sea integral y sustentable, para fortalecer la soberanía de la nación y su régimen democrático, y para que mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo, mejore la equidad social y el bienestar de las familias mexicanas.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, establece como estrategia general una *“mayor productividad para llevar a México a su máximo potencial”*.

Para lograr lo anterior, se establecen como Metas Nacionales:

- I. México en Paz
- II. México Incluyente
- III. México con Educación de Calidad
- IV. México Próspero
- V. México con Responsabilidad Global

Asimismo, se presentan Estrategias Transversales para:

- I. Democratizar la Productividad
- II. Gobierno Cercano y Moderno
- III. Perspectiva de Género

Por lo que al presente proyecto se refiere, el mismo se incrusta en la **Meta Nacional IV un “México Próspero”** puesto que esta Meta busca promover el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos (como los fertilizantes que en el propio PND se clasifican como “insumo estratégico”, y el fósforo como la base de los mismos) fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. El enfoque que busca esta Meta Nacional del PND 2013-2018 es que, para poder mejorar el nivel de vida de la población, es necesario incrementar el potencial de la economía para producir o generar bienes y servicios, lo que significa aumentar la productividad. Es por todos conocido que la materia prima esencial de un “insumo estratégico”, como son los fertilizantes (PND 2013-2018. P. 82), es fundamental para

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

incrementar la productividad. El presente proyecto se enmarca entonces en esta gran Meta Nacional.

Continúa el PND 2013-2018 haciendo en este punto de un “México Próspero” el **“Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos”**. Dentro de este diagnóstico, por vincularse al proyecto destacamos lo siguiente:

Fomento económico, política sectorial y regional

*Es necesario coordinar la política de fomento económico, la infraestructura logística y la política sobre **sectores estratégicos como la minería, la agricultura y el turismo.***

Minería

La minería es uno de los sectores más dinámicos de la economía mexicana; esto se refleja en que la inversión en el sector registró un máximo histórico de 25,245 millones de dólares (mdd) durante el periodo 2007-2012.

...

En 2012, se generaron más de 328,000 puestos de trabajo formales de manera directa en el sector minero. Adicionalmente, se estima que se crearon 1.6 millones de empleos de manera directa. La industria minera es la cuarta fuente generadora de ingresos al país, por encima del turismo y por debajo de las exportaciones automotrices, la industria eléctrica y electrónica y el petróleo.

Sector agroalimentario

*El campo mexicano tiene una alta vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, y una elevada dependencia externa de **insumos estratégicos como los fertilizantes**. Esta situación afecta el abasto, calidad y acceso a los agroalimentos.*

Énfasis añadido

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

La actividad central del proyecto se enmarca, como se ha mencionado, en el sector de la minería. Sin embargo, este proyecto busca abastecer al mercado nacional de una de las materias primas fundamentales para los fertilizantes como lo es el fósforo. Por ello, el proyecto claramente contribuye con el dinamismo del sector minero en beneficio del país y al mismo tiempo, a reducir la dependencia externa de insumos estratégicos como los fertilizantes.

El apartado **“IV.2. Plan de acción: eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país”** señala que *“A través de un fomento económico moderno, también se buscará construir un sector agropecuario y pesquero productivo que garantice la seguridad alimentaria del país.”* Como lo veremos a continuación, con una dependencia casi absoluta de fertilizantes, no es posible conseguir la seguridad alimentaria que busca el PND. Para ello, este Plan ha señalado lo siguiente, y que se relaciona con el proyecto:

“VI. Objetivos, estrategias y líneas de acción

VI.4. México Próspero

Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

Líneas de acción

- ***Impulsar una política en mares y costas que promueva oportunidades económicas, fomente la competitividad, la coordinación y enfrente los efectos del cambio climático protegiendo los bienes y servicios ambientales.***

Objetivo 4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Estrategia 4.8.2. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.

Líneas de acción

- *Fomentar el incremento de la inversión en el sector minero.*

Objetivo 4.10. Construir un sector agropecuario y pesquero productivo que garantice la seguridad alimentaria del país.

Estrategia 4.10.1. Impulsar la productividad en el sector agroalimentario mediante la inversión en el desarrollo de capital físico, humano y tecnológico.

Líneas de acción

- *Apoyar la producción y el ingreso de los campesinos y pequeños productores agropecuarios...*
- *Fomentar la productividad en el sector agroalimentario...*

Énfasis añadido

En el mismo orden de ideas de lo comentado anteriormente, el proyecto que con la presente MIA se somete a evaluación de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), claramente busca contribuir con los lineamientos citados del PND 2013-2018, ya que aun cuando se trata de un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la administración pública federal, el proyecto contribuye a éste, pues se trata de una actividad del sector minero, que busca nuevas oportunidades económicas de nuestros mares, a fin de apoyar la producción e incrementar la productividad de nuestros campesinos y productores agropecuarios y en general, del sector agroalimentario.

III.1.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El Artículo 26 Constitucional establece la atribución al Estado de “...organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.”

En cumplimiento de dicha responsabilidad, la Ley de Planeación, en su artículo 3º, establece la responsabilidad del ejecutivo para que mediante la planeación se fijen los objetivos, metas, estrategias y prioridades, se asignen recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinen acciones y se evalúen los resultados.

Para tal efecto, en el Artículo 9º, se señala que “las dependencias de la administración pública centralizada deberán planear y conducir sus actividades con perspectiva de género y con sujeción a los objetivos y prioridades de la planeación nacional de desarrollo, a fin de cumplir con la obligación del Estado de garantizar que éste sea equitativo, integral y sustentable.”

El PND 2013-2018, como se señaló, establece cinco metas Nacionales y tres estrategias transversales con el objeto de llevar a México a su máximo potencial.

Para ello, la SEMARNAT elaboró y publicó el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2013-2018, mismo que se alinea con la meta Nacional de México Próspero del PND 2013-2018, atendiendo sus objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores, fundamentalmente, las cuatro estrategias del citado objetivo 4.4 del PND 2013-2018: “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”, así como los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia.

Para ello, el PROMARNAT 2013-2018 plantea seis Objetivos:

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Objetivo 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.

Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.

Objetivo 3. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.

Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural.

Objetivo 5. Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.

Objetivo 6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.

Asimismo, el PROMARNAT 2013-2018 plantea objetivos transversales para cada uno de estos objetivos particulares.

Transversal al objetivo 2 de “Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero”, se encuentra el objetivo 4: “Establecer políticas públicas específicas que eleven la productividad en las regiones y sectores de la economía” del “Programa para Democratizar la Productividad 2013-2018”. Dentro de este objetivo 4, se encuentra la “Estrategia 4.1. Promover un desarrollo regional equilibrado que aproveche las ventajas comparativas de cada región” y particularmente aplicable es la Línea de Acción 4.1.7 “Impulsar una política en mares y costas que fomente la competitividad y enfrente los efectos del cambio climático”, que a su vez plantea un tipo de línea de acción “Específica (SAGARPA, SEMARNAT)”, cuya instancia encargada del seguimiento es la SEMARNAT. Le es aplicable esta línea de acción en tanto que el proyecto en cuestión aprovechará los recursos naturales de nuestros mares, como lo es el fosfato y, en consecuencia, fomentará la competitividad del sector agrícola e industrial de nuestro país, pues con ello reincorporará a su ciclo natural el fosfato, elemento esencial para la vida y estratégico para el campo.

El PROMARNAT 2013-2018 en su Capítulo III. Objetivos, estrategias y líneas de acción, dedica el apartado III. A las ESTRATEGIAS TRANSVERSALES. Dentro de ellas, se encuentra el “Programa para Democratizar la Productividad 2013 -2018”, con su “Objetivo 1. Promover el uso y asignación eficiente de los factores de producción de la economía” y su “Estrategia 1.4. Promover el manejo eficiente y sustentable del capital natural y reforzar el cuidado del medio ambiente del país”, el cual contempla la “Línea de Acción 1.4.1 Impulsar un crecimiento verde que preserve el capital natural del país, al mismo tiempo que promueva aumentos en la productividad.” El tipo de línea de acción es la coordinación de la estrategia, cuya instancia encargada del seguimiento es la SEMARNAT.

El proyecto, como ya se ha mencionado, tiene como uno de sus propósitos impulsar la productividad y competitividad del sector agrícola del país, pues al usar más fertilizantes fosfatados, se usarán menos plaguicidas y se reincorporará al suelo este importante material, vital para la productividad natural de nuestros suelos.

III.1.3. Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018.

En materia de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario, la SAGARPA, al igual que como se mencionó en el apartado anterior y en concordancia con el artículo 12 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, que señala que “corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional y la conducción de la política de desarrollo rural sustentable, las cuales se ejercerán por conducto de las dependencias y entidades del Gobierno Federal y mediante los convenios que éste celebre con los gobiernos de las entidades federativas, y a través de éstos, con los gobiernos municipales según lo dispuesto por el Artículo 25 de la Constitución”, formuló su Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018, en congruencia con el PND 2013-2018.

El Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 plantea una visión estratégica para el desarrollo agropecuario y pesquero, consistente en construir un nuevo rostro del campo, sustentado en un sector agroalimentario productivo, competitivo, rentable, sustentable y justo, que garantice la seguridad alimentaria del país.

La estrategia de productividad agroalimentaria requiere un enfoque integral, por lo que se basa en diez pilares que generarán el cambio hacia el nuevo modelo de desarrollo del sector agropecuario y pesquero en México. Uno de ellos, para este programa sectorial, es el “Promover la producción nacional de insumos estratégicos: fertilizantes y semillas mejoradas”.

Para alcanzar las metas proyectadas, una de las estrategias principales que plantea el citado programa es: ampliar el programa de insumos estratégicos para incrementar el uso adecuado de fertilizantes.

El “Objetivo 1. Impulsar la productividad en el sector agroalimentario mediante inversión en capital físico, humano y tecnológico que garantice la seguridad alimentaria”. El multicitado programa, contempla dentro de su “Estrategia 1.1 Orientar la investigación y el desarrollo tecnológico a generar innovaciones aplicadas al sector agroalimentario que eleven la productividad y competitividad”, la Línea de Acción 1.1.10.: impulsar la producción nacional de fertilizantes.

El “Objetivo 4. Impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país” establece la “Estrategia 4.2 impulsar prácticas sustentables en las actividades agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola”, y dentro de éstas las líneas de acción 4.2.3.: fomentar la aplicación racional de agroquímicos y fertilizantes, e incentivar la gestión integral de residuos; 4.2.4.: promover el uso de biofertilizantes; y 4.2.6.: impulsar acciones que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

En el apartado “IV.3 Estrategias y líneas de acción transversales”, se encuentra el “Programa para Democratizar la Productividad 2013-2018”, cuya “Estrategia 2.4 Establecer programas integrales dirigidos a elevar la productividad de los productores rurales, especialmente de los pequeños productores, se encuentra la línea de acción 2.4.1, en el que se encuentra el compromiso de la SAGARPA de impulsar la producción nacional de fertilizantes.

El proyecto que se somete a evaluación de la Autoridad, busca la explotación de arena fosfática, fundamentalmente como insumo para la producción nacional de fertilizantes fosfatados, lo que sin duda elevará la competitividad del agro mexicano, especialmente a los pequeños productores, pues tendrán acceso a mejores costos de fertilizantes.

III.1.4. Áreas Naturales Protegidas

Con base en la ubicación del proyecto y el listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, se confirmó que el proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP de carácter federal, estatal o municipal. La más cercana del ámbito federal es la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (ver figura siguiente) localizada aproximadamente a 31.296 km en línea recta desde el área de estudio y en dirección norte. Asimismo, en el ámbito estatal el área del proyecto se ubica a 269.26 km en línea recta del área natural protegida bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, donde se encuentra el Estero El Soldado, y zonas aledañas, y a una distancia de 322.37 km de Navachiste (Ver Figura III.2). Por lo anterior y debido a la distancia a la que se encuentran, el proyecto no pondrá en riesgo los objetos de conservación de estas ANPs.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

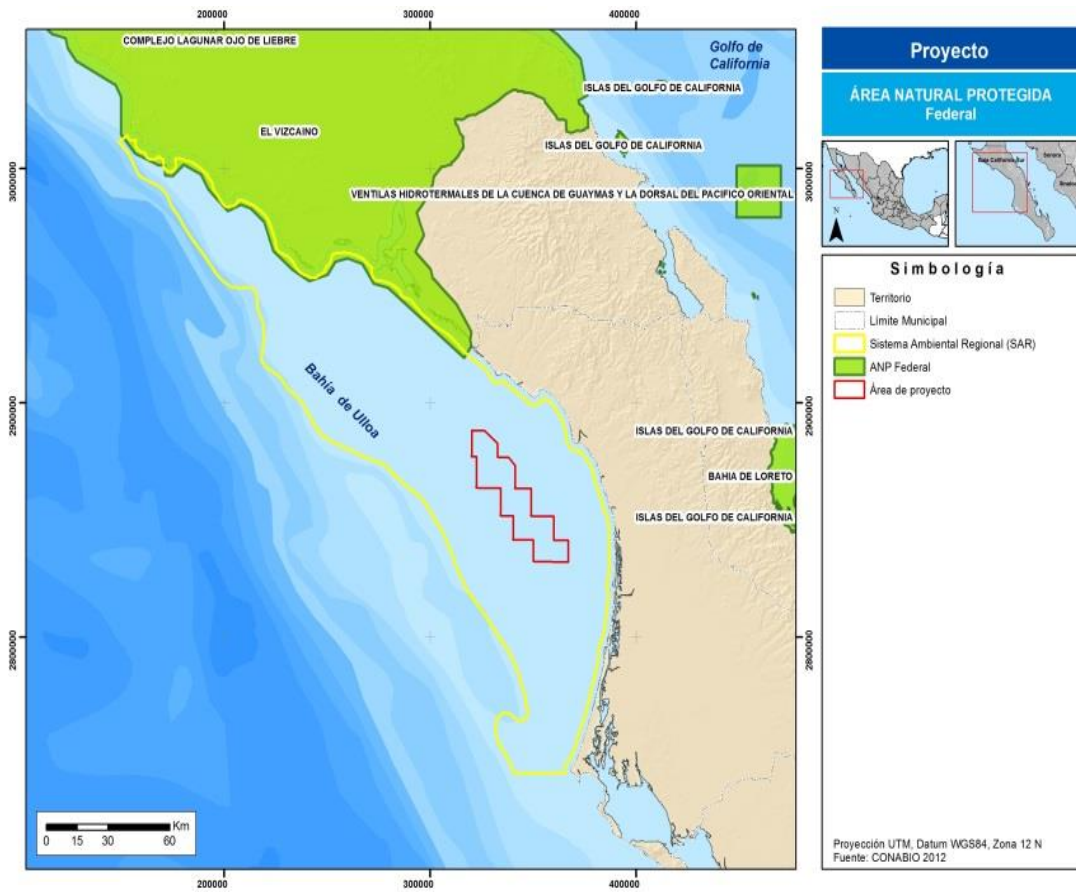


Figura III.1 Área Natural Protegida Federal.

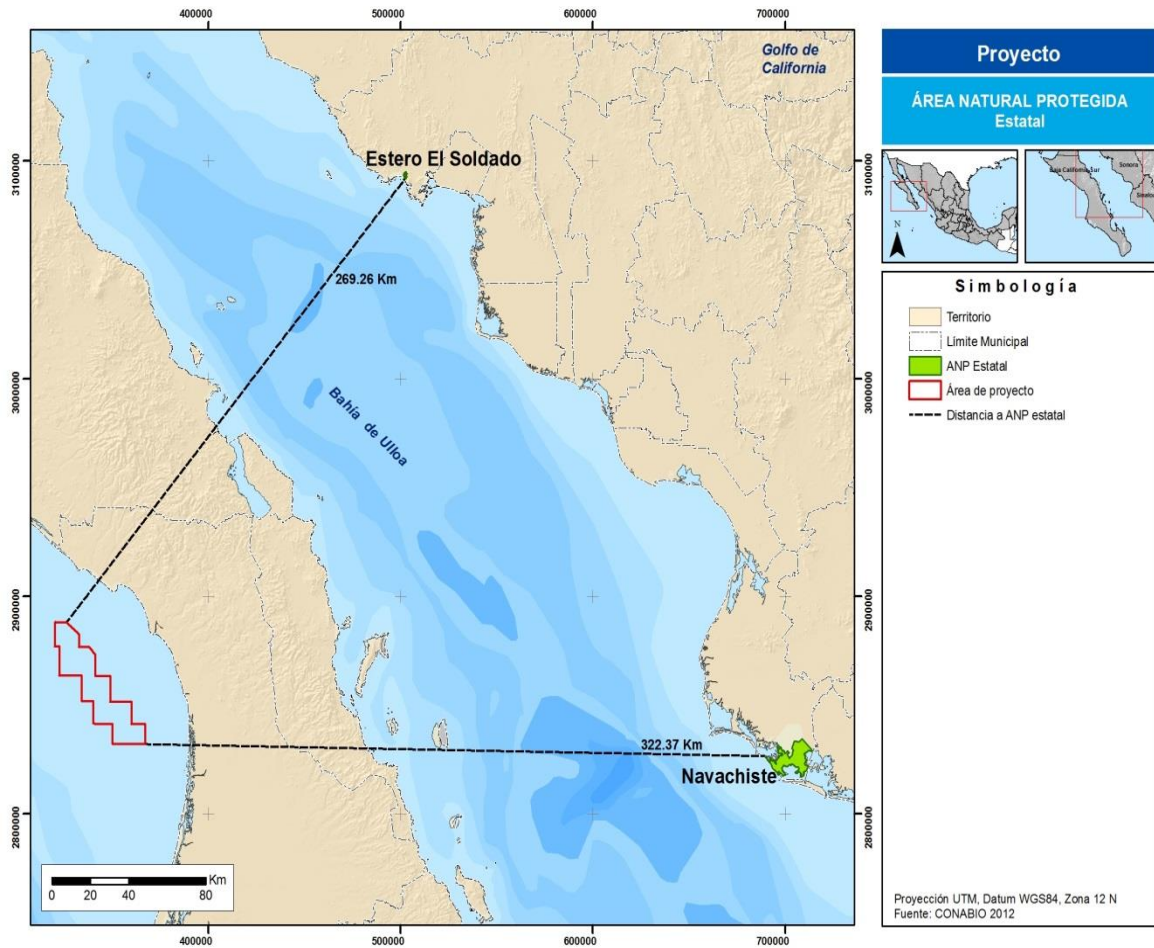


Figura III.2 Área Natural Protegida Estatal.

III.1.5. Área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas

Con fecha 24 de mayo de 2002, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se establece como área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti, las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción”, mismas que incluyen el mar territorial, las aguas marinas interiores, la zona contigua y la Zona Económica Exclusiva, con el objeto de proteger a las especies de grandes ballenas, especies de tamaño mayor a 4 metros incluidas en los subórdenes Mysticeti y Odontoceti.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El artículo cuarto de este Acuerdo textualmente permite las actividades productivas, por lo que a la letra dice: *“Dentro del área de refugio ballenero a que se refiere este Acuerdo, no se obstaculizarán o restringirán las actividades productivas, comerciales, recreativas y de turismo que se realicen, salvo por lo dispuesto en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.”* Las disposiciones legales y reglamentarias están contenidas en la LGVS, mismas que serán analizadas en el apartado de vinculación con esta Ley.

Por lo anterior, de conformidad con el Acuerdo que crea el Área de Refugio Ballenero, es posible la realización de las actividades del proyecto, salvo lo que establezcan las disposiciones en esta materia que serán analizadas en el apartado de vinculación con la LGVS y su Reglamento.

III.2. En materia de ordenamientos jurídicos nacionales

El proyecto consiste en el aprovechamiento de un recurso mineral reservado a la Federación, el fósforo, que se extraerá, mediante el dragado de arenas fosfáticas del lecho y del subsuelo marino, concretamente de la Zona Económica Exclusiva.

Tabla III.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
4. párrafos 5° y 6°	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	Si bien la disposición señalada encuadra en una serie de obligaciones para el Estado mexicano, es importante señalar que el proyecto no contraviene el contenido del artículo 4 constitucional, en virtud de que con su realización no impide a

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>ninguna persona el derecho fundamental al medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar,</p> <p>Por el contrario, con el ingreso de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental federal, con lo cual se cumple a cabalidad con la disposición constitucional y el marco jurídico que deriva de la misma.</p>
27. párrafo 5°	<p>Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije (sic DOF 20-01-1960) Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar...</p>	<p>Por su ubicación a 22 millas marinas de la costa de Baja California Sur, el proyecto se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva y fuera del mar territorial, por lo que las actividades del proyecto no se llevarán a cabo en aguas nacionales, pero si en un área donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, por lo que considerando el objetivo del proyecto, se solicita, a la autoridad correspondiente, la autorización en materia de impacto ambiental, presentado para ello la Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
27. párrafo 3°	<p>La Nación tendrá en todo tiempo el derecho... de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana...</p>	<p>Le son aplicables estas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos al proyecto, porque consiste en el aprovechamiento de arena fosfática que se encuentra en la plataforma</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
27. párrafo 4°	Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental... de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como... los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes....	continental. Por tanto, corresponde a la Nación el dominio directo sobre tal mineral en términos del párrafo 4° y, en términos del párrafo 6° (ambos del artículo 27 de la Constitución), y se requiere de concesión de acuerdo con las leyes secundarias.
27. párrafo 6°	En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes,...	El aprovechamiento de este recurso natural, en tanto que se encuentra en la Zona Económica Exclusiva, es susceptible de apropiación. Entonces la Nación, que ejerce soberanía sobre esa zona (párrafo 8°), puede regular su aprovechamiento (párrafo 3°).
27. párrafo 8°	La Nación ejerce en una zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, los derechos de soberanía y las jurisdicciones que determinen las leyes del Congreso. La zona económica exclusiva se extenderá a doscientas millas náuticas, medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial...	En consonancia con lo anterior, se han emitido diversas leyes como la Ley Federal del Mar, la Ley Minera y la Ley General de Bienes Nacionales, así como la LGEEPA, y en observancia a ésta última se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Tabla III. 2 Ley General de Bienes Nacionales

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES		
3 fracción I	Son bienes nacionales: I.- Los señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo... de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;	El párrafo 4° del artículo 27 de la Constitución se refiere a los minerales y yacimientos minerales susceptibles de ser utilizados como fertilizante, y el

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		párrafo 8° se refiere a la Zona Económica Exclusiva. El recurso mineral a aprovechar mediante este proyecto, es la arena fosfática que se encuentra en la Zona Económica Exclusiva.
4	<p>Los bienes nacionales estarán sujetos al régimen de dominio público o a la regulación específica que señalen las leyes respectivas.</p> <p>Esta Ley se aplicará a todos los bienes nacionales, excepto a los bienes regulados por leyes específicas. Respecto a estos últimos, se aplicará la presente Ley en lo no previsto por dichos ordenamientos y sólo en aquello que no se oponga a éstos.</p>	Corresponde, como lo veremos más tarde, a la Ley Federal del Mar la regulación en cuanto al aprovechamiento de un recurso natural no renovable situado en la Zona Económica Exclusiva, y a la Ley Minera la regulación específica en cuanto al aprovechamiento de un bien nacional reservado a la Federación.
6 fracción I	<p>ARTÍCULO 6.- Están sujetos al régimen de dominio público de la Federación:</p> <p>I.- Los bienes señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo... de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;</p>	El artículo 6 fracción I de la Ley General de Bienes Nacionales establece que son bienes nacionales, entre otros, los yacimientos minerales susceptibles de ser utilizados como fertilizante; y la Zona Económica Exclusiva. Dado que el proyecto considera el dragado, en la Zona Económica Exclusiva, de arena fosfática (conforme a la definición que se verá más adelante de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas), susceptible de ser utilizada como fertilizante, se tramitó y ya se cuenta con Concesión Minera en términos de la Ley Minera, y se tramitarán algunos permisos y licencias para el desarrollo del

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		proyecto con base en lo establecido en esa Ley.
9	Los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación estarán exclusivamente bajo la jurisdicción de los poderes federales, en los términos prescritos por esta Ley...	Por tanto, el proyecto está bajo la jurisdicción y competencia de los poderes federales.

III.2.3. Ley Federal del Mar

Ahora bien, una vez determinado que, conforme a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y a la Ley General de Bienes Nacionales, el fosfato es un bien nacional, un mineral reservado a la Federación y, por tanto, que requiere de concesión; que se encuentra dentro de una zona donde la Nación ejerce Soberanía, y que está bajo la jurisdicción exclusiva de los poderes federales, corresponde determinar la competencia y el alcance de la regulación de las actividades involucradas en el proyecto.

A este respecto la Ley Federal del Mar nos da la pauta para su determinación (Ver siguiente tabla3).

Tabla III. 3 Ley Federal del Mar

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY FEDERAL DEL MAR		
3 inciso d)	Las zonas marinas mexicanas son: a) El Mar Territorial b) ... c) La Zona Contigua d) La Zona Económica Exclusiva	De conformidad con los artículos 25 y 43 de esta misma Ley, la anchura del Mar Territorial mexicano, es de 12 millas marinas (22,224 metros); y la anchura de La Zona Contigua de México se extiende a 24 millas marinas

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>(44,448 metros). Adicionalmente, de conformidad con el artículo 46, la Zona Económica Exclusiva está situada fuera del Mar Territorial y adyacente a éste y conforme al artículo 52, el límite interior de la Zona Económica Exclusiva coincide idénticamente con el límite exterior del Mar Territorial. El límite exterior de la Zona Económica Exclusiva mexicana, conforme al artículo 53, tiene una distancia de 200 millas marinas (370,400 metros).</p> <p>El proyecto se ubica en su punto más cercano a la costa a una distancia de 12 millas marinas y, por lo tanto, queda comprendido el proyecto dentro la Zona Económica Exclusiva, considerando que parte de la zona del proyecto está dentro de la Zona contigua, y parte fuera hacia la Zona Económica Exclusiva.</p>
4	En las zonas enumeradas en el Artículo anterior, la Nación ejercerá los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias que esta misma Ley establece, de conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con el derecho internacional.	Se reitera que, en tanto que el proyecto se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva, la jurisdicción y competencia es exclusivamente federal.
6 fracción III	La soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>respectivas zonas marinas, conforme a la presente Ley, se ejercerán según lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho internacional y la legislación nacional aplicable, respecto a:</p> <p>III.- El régimen aplicable a los recursos marinos no vivos, inclusive su conservación y utilización;</p>	
19	<p>La exploración, explotación, beneficio, aprovechamiento, refinación, transportación, almacenamiento, distribución y venta de los hidrocarburos y minerales submarinos, en las zonas marinas mexicanas, se rige por las Leyes Reglamentarias del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo y en Materia Minera y sus respectivos Reglamentos, así como por las disposiciones aplicables de la presente Ley.</p>	<p>De conformidad con el artículo 46, la Nación ejerce en una Zona Económica Exclusiva derechos de soberanía para los fines, entre otros, de explotación de los recursos naturales no renovables del lecho y del subsuelo del mar, así como jurisdicción con relación a la protección y preservación del medio marino.</p> <p>Esta disposición define la competencia respecto del proyecto. Esto es, que tratándose la evaluación de impacto ambiental de un instrumento de política ambiental que tiene como fin, entre otros, la protección del ambiente, y la preservación y restauración del equilibrio ecológico, que establece la obligatoriedad de la autorización previa en materia de impacto ambiental de obras y actividades de competencia federal; en este caso, el proyecto se trata de una actividad de dragado para la extracción de arena fosfática</p>
21	<p>En el ejercicio de los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias de la Nación dentro de las zonas marinas mexicanas, se aplicarán la Ley Federal de Protección al Ambiente, la Ley General de Salud, y sus respectivos Reglamentos, la Ley Federal de Aguas y demás leyes y reglamentos aplicables vigentes o que se adopten, incluidos la presente Ley, su reglamento y las normas pertinentes del derecho internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.</p>	
46	<p>La Nación ejerce en una Zona Económica Exclusiva situada fuera del Mar Territorial y adyacente a éste:</p> <p>I.- Derechos de soberanía para los fines de exploración y explotación, conservación y administración de los recursos naturales, tanto vivos como no vivos, ya sean renovables o no renovables, del lecho y el subsuelo del mar y de las aguas suprayacentes, y con respecto a otras actividades con miras a la exploración y explotación económica de la Zona, tal como la producción de energía derivada del agua, de las corrientes y de los vientos;</p> <p>II.- Jurisdicción, con relación a las disposiciones pertinentes de esta Ley, de su Reglamento y del derecho internacional, con respecto:</p> <p>1.- Al establecimiento y utilización de islas artificiales, instalaciones y estructuras;</p> <p>2.- A la investigación científica marina; y</p>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>3.- A la protección y preservación del medio marino; y</p> <p>III.- Otros derechos y deberes que fije esta Ley, su Reglamento y el derecho internacional.</p>	<p>(que es recurso reservado a la federación, no renovable del lecho y del subsuelo del mar), por lo que la jurisdicción y competencia es federal. Esto excluye, por tanto, la competencia de alguna Entidad Federativa o de un municipio en la regulación de la actividad o actividades del proyecto.</p> <p>Ahora bien, definida la competencia federal exclusiva para la actividad o actividades del proyecto, los artículos 19 y 21 definen la normatividad aplicable. Efectivamente, estas disposiciones establecen que el aprovechamiento de minerales submarinos, como es el caso del dragado (conforme a la definición que se verá más adelante de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas) para la extracción de arena fosfática, se rige por la Ley Minera, su reglamento y las disposiciones de la propia Ley Federal del Mar. Sin embargo, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico se aplicará la LGEEPA y sus reglamentos, así como las normas de Derecho</p>

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		Internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.

Por tanto, de conformidad con la Ley Federal del Mar, regulan las actividades del proyecto la propia Ley Federal del Mar, la Ley Minera, la LGEEPA, sus reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas y el Derecho Internacional, particularmente el relativo a prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.

III.2.4. Ley Minera

La Ley Federal del Mar establece, en su artículo 19, que la explotación y aprovechamiento de minerales submarinos (en el caso del proyecto arena fosfática) en las zonas marinas mexicanas, se rige por la Ley Minera y sus respectivos reglamentos. Por lo tanto, corresponde ahora vincular el proyecto con este cuerpo normativo (Ver Tabla siguiente)

Tabla III. 4. Ley Minera y su Reglamento.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY MINERA		
3	Para los efectos de la presente Ley se entiende por: I.- Exploración: Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos de minerales o sustancias, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan; II.- Explotación: Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales o sustancias existentes en el mismo, y III.- Beneficio: Los trabajos para preparación, tratamiento,	El proyecto que se somete a evaluación, a través de la MIA, no incluye ni la exploración ni el beneficio de minerales, sólo la actividad de explotación a desarrollar en dos fases A) Dragado y B) Preparación para el transporte. En cuanto a la fase de dragado (conforme a la definición que se verá más

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos.	adelante de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas) las actividades están destinadas o encaminadas a extraer del fondo marino arena fosfática (en los capítulos II y V de la MIA se explica con detalle esta fase). En cuanto a la fase de Preparación para el transporte ésta destinada fundamentalmente a la separación y cribado mecánico del material dragado (en los capítulos II y V de la MIA se explica con detalle esta fase). El proyecto, se insiste, no incluye la etapa de beneficio pues de acuerdo con la Ley, no se van a hacer actividades señaladas en la definición, como ha quedado explicado en el Capítulo II de la MIA.
4 fracción II	Son minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos los siguientes: II. Minerales o grupos de minerales de uso industrial siguientes: ... Fosfatos,...	La arena fosfática a extraer es considerada por la Ley Minera como un mineral de uso industrial.
6	La exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias a que se refiere esta Ley son de utilidad pública, serán preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, con sujeción a las condiciones que establece la misma, y únicamente por ley de carácter federal podrán establecerse contribuciones que graven estas actividades	Debido a que la explotación de arena fosfática es considerada una actividad de utilidad pública, se requiere de un título de concesión minera, con el cual ya contamos, bajo el número 240744, debidamente expedido por la

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>Secretaría de Economía, Coordinación General de Minería.</p> <p>El aprovechamiento es considerado como actividad preferente sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del area. Ciertamente ese uso preferente tiene que ser acorde con la normatividad ambiental; a través de esta MIA se demuestra que así es.</p>
10	<p>Artículo 10. La exploración y explotación de los minerales o sustancias a que se refiere el artículo 4,.,., sólo podrá realizarse por... sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, mediante concesiones mineras otorgadas por la Secretaría.</p>	<p>La empresa EXPLORACIONES OCEÁNICAS, S. DE R.L. DE C.V. es una empresa mexicana, constituida conforme a las leyes mexicanas.</p>
20 párrafo 2°	<p>Las obras y trabajos de exploración y de explotación que se realicen dentro de poblaciones, presas, canales, vías generales de comunicación y otras obras públicas, en los zócalos submarinos de islas, cayos y arrecifes, el lecho marino y el subsuelo de la zona económica exclusiva, en las áreas naturales protegidas, así como las que se efectúen dentro de la zona federal marítimo terrestre, únicamente podrán realizarse con autorización, permiso, o concesión según el caso, de las autoridades que tengan a su cargo los referidos bienes, zócalos, lecho marino, subsuelo, las áreas o las zonas citadas, en los términos que señalen las disposiciones aplicables.</p>	<p>Se cumple con lo dispuesto en este numeral, el proyecto consiste en la explotación minera, mediante dragado, en el lecho marino y el subsuelo de la zona económica exclusiva, por lo que solo podrá realizarse con la autorización, permiso o concesión de las autoridades que tengan a su cargo el lecho marino y subsuelo, y para el caso que nos ocupa la Federación es la autoridad correspondiente, la cual ya ha otorgado la concesión minera a la promovente.</p>
	Reglamento de la Ley Minera	
27 fracción IV y artículo	<p>Los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados a:</p>	<p>Una de las obligaciones en materia de equilibrio</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
23 párrafo 4° del Reglamento de la Ley Minera	IV. Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minerometalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente; Art. 23 pfo 4°: El otorgamiento de las concesiones y de las asignaciones mineras a que se refiere este artículo, no exime a sus titulares de la obligación de cumplir con las disposiciones en materia ambiental, laboral, de asistencia social y de uso y manejo de explosivos, contenidas en la legislación aplicable.	ecológico y protección al ambiente de conformidad con el artículo 28 fracción III de la LGEEPA, es que quienes pretendan llevar a cabo la explotación de minerales reservados a la federación requerirán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental, para lo cual deberán de presentar una MIA, disposición que se cumple precisamente con el ingreso de la presente MIA.
37 fracción II	Las personas que beneficien minerales o sustancias sujetos a la aplicación de la presente Ley están obligadas a: II. Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minerometalúrgica en materia de seguridad y del equilibrio ecológico y protección al ambiente;	El proyecto en cuestión no incluye la actividad de beneficio de acuerdo con la definición de la propia ley.
39	En las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias, los concesionarios mineros deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica, de conformidad con la legislación y la normatividad de la materia	Esta disposición se cumple no sólo con el ingreso de la presente MIA, sino con el cumplimiento cabal, en su momento, de las medidas de prevención, y mitigación propuestas y los términos y condiciones que en su momento determine la autoridad ambiental.

III.2.5. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es la ley ambiental que regula el proyecto, no solamente por disposición expresa de la Ley

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Federal del Mar (dice Ley Federal de Protección al Ambiente, hoy LGEEPA), sino por disposición expresa de este mismo cuerpo normativo.

Si consideramos que la LGEEPA es una Ley que establece la concurrencia y, por tanto, distribuye competencias en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, y si analizamos la fracción I y III del Artículo 28 de la LGEEPA en relación con el proyecto, podemos concluir que es facultad de la Federación la regulación ambiental de las actividades involucradas en el proyecto y, por tanto, se requiere de autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, por lo que su gestión ambiental obliga a ajustar sus alcances a las disposiciones de esta Ley.

Conforme a lo anterior, en tal sentido la iniciativa respectiva que se resume en esta MIA se vincula a las disposiciones de este instrumento y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), bajo los términos planteados en la Tabla siguiente.

Tabla III. 5 Cumplimiento del proyecto con las disposiciones que le son aplicables en materia de impacto ambiental de la LGEEPA y de su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)		
15 fracción IV	Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;	El instrumento de política ambiental que la propia LGEEPA contempla como idónea para “prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique” es la evaluación de impacto ambiental. Por tal razón, en la presente MIA se contemplaron las diversas actividades que involucran el proyecto, así como las

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		medidas de prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos negativos que se pudieran ocasionar.
28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:	La presente Manifestación muestra el apego con el instrumento normativo, al buscar primero la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental.
28 fracción I	I.- Obras hidráulicas...	El proyecto consta de una actividad de dragado de arena fosfática, aunque ésta se llevará a cabo no en aguas nacionales, sino en aguas marinas de la Zona Económica Exclusiva.
28 fracción III	III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear	El proyecto se refiere al dragado de arena fosfática, que es un mineral reservado a la Federación en términos de la Ley Minera.
30	ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para	El proyecto cumple esta disposición vinculante al presentar a consideración de la DGIRA (Unidad Administrativa facultada para ello de acuerdo a la fracción II del Artículo 28 del Reglamento Interior de la

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	SEMARNAT), la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, que contiene una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por las actividades del proyecto (ver capítulo V), así como las medidas preventivas y de mitigación (ver capítulo VI).
REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL		
5 inciso A) fracción X	<p>Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.</p> <p>...</p> <p>A) HIDRÁULICAS:</p> <p>X. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales;</p>	Si bien el proyecto consiste en el dragado de arena fosfática, esta actividad se hará, conforme al proyecto, en la Zona Económica Exclusiva, y por lo tanto, conforme a la Ley de Aguas Nacionales y al párrafo 5° del Artículo 27 Constitucional, no se consideran aguas nacionales. Este punto se explica con mayor detalle al final de la presente tabla.
5 Apartado L) fracción I.	<p>L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:</p> <p>I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;</p>	El proyecto se refiere al dragado de arena fosfática, que es un mineral reservado a la Federación en términos de la Ley Minera.
9, 10 y 11 fracciones III y IV	<p>Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.</p> <p>La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales</p>	El proyecto se ajusta a estas disposiciones vinculantes y para ello se presenta a la autoridad competente, la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, toda vez que, por las

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>relevantes vinculadas con la realización del proyecto...</p> <p>Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</p> <p>I. Regional, o</p> <p>II. Particular.</p> <p>Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;</p> <p>II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;</p> <p>III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</p> <p>IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas</p> <p>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.</p>	<p>características del proyecto, éste se ajusta a la previsión de la fracción IV del artículo 11 del REIA.</p>
13 y 17	<p>Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p>	<p>En acatamiento a estas disposiciones vinculantes, la integración de la MIA-R que se somete a la consideración de la autoridad ambiental competente contiene la información ambiental relevante requerida en cada uno de los 8 capítulos que dispone el artículo 13 del REIA.</p> <p>De igual forma, la disposición del Artículo 17 fue cumplida al</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p> <p>Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:</p> <p>I. La manifestación de impacto ambiental;</p> <p>II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y</p> <p>III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.</p>	<p>ingresar la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en la ventanilla del Espacio de Contacto Ciudadano de la DGIRA, anexando los documentos que relaciona este precepto.</p>
19	<p>Artículo 19.- La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.</p>	<p>En los cuatro discos compactos que acompañan al documento de esta MIA se ofrece a la autoridad la grabación magnética de la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, y sus anexos, a todo lo cual se acompañan cuatro tantos impresos de su contenido; de esta forma, el promovente cumple con esta disposición vinculante.</p>

El artículo 28 de la LGEEPA establece, en sus fracciones I y III, que requieren la presentación de una MIA las siguientes obras o actividades.

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear.

A su vez, el artículo 5 del REIA establece con mayor precisión las obras y actividades que encuadran en los sectores previstos por el artículo 28 de la LGEEPA. Para el caso que nos interesa, señala que requerirán autorización de la SEMARNAT las siguientes obras y actividades:

A) HIDRÁULICAS

X. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales.

L) EXPLOTACIÓN, EXPLORACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN.

I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo.

Cabe enfatizar que a fin de determinar si el proyecto corresponde a una obra hidráulica, con relación a lo que establece el artículo 28, Fracción I de la LGEEPA, y el artículo 5, inciso A), Fracción X del REIA, es preciso hacer las siguientes consideraciones:

La obra sí consiste en un dragado, tal y como quedó descrito en el capítulo II de la MIA-R, donde se indicó que el proyecto consiste en el dragado de arenas fosfáticas. Asimismo, se trata de un dragado de conformidad a la definición prevista por la Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas que analizaremos más adelante.

Ahora bien, la pregunta es si se trata de un dragado en cuerpos de agua nacionales. Al respecto, se puede afirmar que el proyecto, al ubicarse en su punto más cercano a la costa, a 12 millas marinas (22,224 metros), se encuentra en la zona conocida como Zona Económica Exclusiva. Por ello, puede decirse que se trata de una obra de

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

dragado que no se llevará en aguas nacionales (Mar Territorial) y por tanto, sí se llevará a cabo, en aguas marinas (Zona Económica Exclusiva), donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, tal como se establece en el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Se afirma lo anterior, si se toma en consideración que el artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales vigente dispone que se entenderá por:

I. Aguas Nacionales: Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

V. Aguas marinas: Se refiere a las aguas en zonas marinas;

LXVI. Zonas Marinas Mexicanas: Las que clasifica como tales la Ley Federal del Mar.

Ahora bien, el párrafo quinto del artículo 27 Constitucional a la letra dice:

*“Son propiedad de la Nación las aguas de los **mares territoriales** en la extensión y términos que fije (sic DOF 20-01-1960) Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar...”*

El Derecho Internacional ha fijado a través de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, en su artículo 3, la anchura del mar territorial y en su artículo 55, el régimen jurídico específico de la Zona Económica Exclusiva. Al respecto, señalan:

Artículo 3.- Todo Estado tiene derecho a establecer la anchura de su mar territorial hasta un límite que no exceda de 12 millas marinas medidas a partir de líneas de base determinadas de conformidad con esta Convención.

Artículo 55.- La Zona Económica Exclusiva es un área situada más allá del mar territorial y adyacente a éste, sujeta al régimen jurídico específico establecido en

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

esta Parte, de acuerdo con el cual los derechos y la jurisdicción del Estado ribereño y los derechos y libertades de los demás Estados se rigen por las disposiciones pertinentes de esta Convención.

Como ya vimos, la Ley Federal del Mar determina, en consonancia con la citada Convención, que la anchura del mar territorial es de 12 millas marinas y que la Zona Económica Exclusiva se encuentra situada fuera del Mar Territorial y adyacente a éste, con un límite interior que coincide idénticamente con el límite exterior del Mar Territorial.

Lo anterior se ejemplifica con la siguiente Figura:

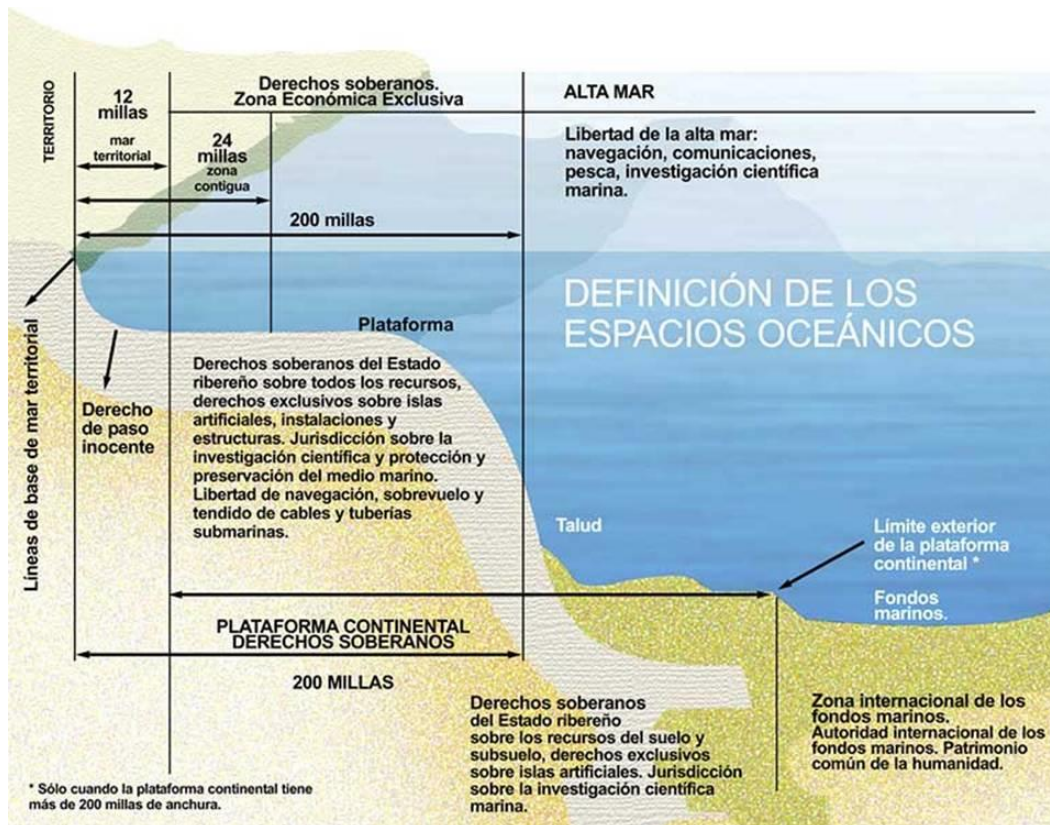


Figura III. 3. Definición de los espacios oceánicos.

Por tanto, las aguas del mar territorial son aguas nacionales por disposición del artículo 27, párrafo 5° constitucional y por disposición de la Ley Federal del Mar; y las aguas de la zona contigua y por ende, de la Zona Económica Exclusiva, no son aguas

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

nacionales sino solamente aguas marinas por disposición de las citadas Ley Federal del Mar y Ley de Aguas Nacionales.

En consecuencia, en tanto que las actividades de dragado de las arenas fosfáticas del Proyecto se pretenden llevar a cabo únicamente en la Zona Económica Exclusiva, esta actividad no requiere de la previa autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental. En el rubro que establecen los artículos 28, fracción I, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y el artículo 5 inciso A) fracción X de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Sin embargo, el artículo 19 de la Ley Federal del Mar dispone que la exploración, explotación, beneficio, aprovechamiento, refinación, transportación, almacenamiento, distribución y venta de los hidrocarburos y minerales submarinos, en las zonas marinas mexicanas, se rige por las Leyes Reglamentarias del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo y en Materia Minera y sus respectivos Reglamentos.

En tanto que el objeto de la explotación es el fósforo, el cual se considera como mineral reservado a la Federación por disposición de la Ley Minera, y considerando que la empresa cuenta con el respectivo título de concesión, el proyecto se circunscribe a lo dispuesto por el artículo 5° inciso L) fracción I del REIA.

En conclusión, al presente proyecto que se somete a evaluación por parte de la SEMARNAT, le es únicamente aplicable, para efectos de determinar si debe someterse a evaluación del impacto ambiental, son los artículos 28 de la LGEEPA y 5 del REIA.

Continuando con el análisis de la LGEEPA, el proyecto también cumplirá con otras disposiciones de la misma. A saber:

Tabla III.6 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)		
<p style="text-align: center;">79 fracciones I, III y IV</p>	<p>Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;...</p> <p>III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;...</p> <p>IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies;...”</p>	<p>En cuanto a la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna, la LGEEPA establece en su artículo 79 una serie de criterios que deberán observarse, entre los cuales se destacan las fracciones I, III y IV. Se puede observar que la Ley busca que se mantenga la integralidad de los ecosistemas y sus procesos evolutivos, por lo cual el proyecto, si bien no busca el aprovechamiento de ninguna especie de flora y fauna, sí debe cumplir con las disposiciones de preservación y de combate al tráfico o apropiación ilegal de éstas. Para ello, como parte del proyecto se establecen una serie de medidas y programas como el Programa de Educación Ambiental. Asimismo, se busca el combate a la apropiación ilegal de especies, lo cual se cumplirá mediante una serie de disposiciones para los trabajadores con el fin de evitar la captura o recolección de especies, y será verificado</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		mediante un Programa de Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos y un Programa de Protección de Tortugas Marinas.
83	<p>El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.</p> <p>La Secretaría deberá promover y apoyar el manejo de la flora y fauna silvestre, con base en el conocimiento biológico tradicional, información técnica, científica y económica, con el propósito de hacer un aprovechamiento sustentable de las especies.</p>	<p>El proyecto contempla, en consonancia con el artículo 83 de la LGEEPA, una serie de acciones y medidas que hacen que el aprovechamiento de recursos naturales, en este caso las arenas fosfáticas, no altere las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de las especies de flora y fauna silvestres, tal y como queda demostrado en los capítulos V y VI del presente documento. Para ello, nos hemos apoyado en la opinión de los expertos, la mejor y más actual información científica, técnica y económica (ver capítulo V). Dichas acciones y medidas están precisadas en el capítulo VI de esta MIA-R.</p>
88 fracciones I y II	<p>Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;</p> <p>II. El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;...”</p>	<p>Por otra parte, respecto al aprovechamiento del agua y los ecosistemas acuáticos, la LGEEPA establece en su artículo 88 una serie de criterios que deberán observarse, entre los cuales se destacan las fracciones I y II.</p> <p>A este respecto, podemos señalar que, si bien estas disposiciones están pensadas para los ecosistemas acuáticos</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>de agua dulce y para asegurar la calidad y provisión de este vital líquido tanto para los seres humanos como para los demás seres vivos, también es cierto que estas dos fracciones pudieran aplicarse a los ecosistemas acuáticos marinos, de tal manera que el aprovechamiento de sus recursos naturales deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico. Para ello, el proyecto presenta una serie de medidas que coadyuvan en ese sentido, buscando mitigar sus posibles impactos negativos, mismas que se describen en el capítulo VI de la presente MIA.</p>
108	<p>Para prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan:</p> <p>I.- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos;</p> <p>II. La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas; y</p> <p>III. La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales.</p>	<p>En cuanto a la exploración y explotación de los recursos no renovables, la LGEEPA no señala, como sí lo hizo con otros recursos, criterios de política ambiental. Sin embargo, en su artículo 108 impone la obligación a la autoridad de expedir una serie de normas oficiales mexicanas con el objeto de “prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas”. En ese orden de ideas, el artículo 109 impone la obligación de que</p>
109	<p>Las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales</p>	<p>de agua dulce y para asegurar la calidad y provisión de este vital líquido tanto para los seres humanos como para los demás seres vivos, también es cierto que estas dos fracciones pudieran aplicarse a los ecosistemas acuáticos marinos, de tal manera que el aprovechamiento de sus recursos naturales deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico. Para ello, el proyecto presenta una serie de medidas que coadyuvan en ese sentido, buscando mitigar sus posibles impactos negativos, mismas que se describen en el capítulo VI de la presente MIA.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	no renovables.	estas normas sean “observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.”. Por lo anterior, en la presente MIA, y particularmente en el presente capítulo III, se irán analizando cada una de las normas oficiales mexicanas aplicables al caso concreto, y se irá haciendo una exposición pormenorizada de la vinculación del proyecto a las normas oficiales mexicanas.
110 Fracción II	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Respecto al rubro relativo a las emisiones a la atmósfera, la LGEEPA dispone en su artículo 110 criterios para mantener la calidad del aire en términos satisfactorios y obliga a minimizar el efecto negativo de éstas, en razón de lo cual el proyecto pondrá atención a este tema. Para ello, en el capítulo VI de esta MIA se proponen medidas precautorias y mitigatorias sobre este tema, principalmente en el caso del proyecto para regular las emisiones de las embarcaciones, maquinaria y equipos utilizados, proponiendo su seguimiento y evaluación, a través de la vigilancia y observancia del propio programa de monitoreo ambiental que se indica en el
113	No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Para ello, en el capítulo VI de esta MIA se proponen medidas precautorias y mitigatorias sobre este tema, principalmente en el caso del proyecto para regular las emisiones de las embarcaciones, maquinaria y equipos utilizados, proponiendo su seguimiento y evaluación, a través de la vigilancia y observancia del propio programa de monitoreo ambiental que se indica en el

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		capítulo VII de esta MIA-R, a fin de que las emisiones contaminantes se encuentren dentro de los límites máximos permisibles y así cumplir lo establecido en el artículo 113 de esta ley.
117	<p>Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;</p> <p>II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;...”</p> <p>III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarlas en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y mantener el equilibrio de los ecosistemas</p>	<p>Por otro lado, el artículo 117 de la LGEEPA establece una serie de criterios de política ambiental aplicables a la Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos. Destacamos por su importancia en el proyecto, las fracciones I y II.</p> <p>A este respecto, el proyecto hace énfasis en la protección del ecosistema marino en donde se va a desarrollar la actividad, a fin de evitar su contaminación, medidas que se señalan en el capítulo VI de la presente MIA. Cabe señalar que el proyecto no contempla ningún tipo de descarga de aguas residuales. Las únicas aguas residuales serán las que se generen en la embarcación por los tripulantes, pero su disposición final se hará en coordinación con las autoridades correspondientes y de conformidad con el Subprograma de Aguas Residuales dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos, que, en relación a la fracción III,</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		se podría considerar que se aprovechará el agua de mar porque se utilizará en el lavado de las arenas, previo proceso de desalinización, devolviéndose el agua al mar, pero se precisa que no se adicionará ninguna sustancia química, por lo que su descarga no altera el equilibrio de los ecosistemas, en este caso el marino.
155	Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	En cuanto al rubro relativo al ruido, se verificará que la maquinaria y equipo que utilice el proyecto cumpla con los límites máximos permisibles en esta materia de ruido y vibraciones que pudieran presentarse, mediante las acciones de prevención, corrección y mitigación que se describen en el capítulo correspondiente de la presente manifestación, y así cumplir con lo señalado en el artículo 155 de este ordenamiento.
156	Las normas oficiales mexicanas en materias objeto del presente Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos.	No existe alguna NOM que regule esta materia para embarcaciones.
REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL		
44	Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los	En el capítulo VI de la presente MIA, se proponen medidas orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento del ecosistema

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;</p> <p>II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y</p> <p>III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”</p>	<p>donde se realizará el proyecto, de forma tal que la autoridad tenga elementos para cumplir con lo establecido en este artículo.</p>
REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDO		
6 fracción II	<p>Se consideran como fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por la emisión de ruido las siguientes:</p> <p>II.-Móviles.-Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.</p>	<p>Las embarcaciones se consideran para efectos de esta Ley como Fuente Móvil. Sin embargo, no existe ni en el presente Reglamento ni en alguna NOM, regulación específica en esta materia para embarcaciones.</p>

Tabla III.7 Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE		
65	<p>La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, áreas de refugio para proteger especies nativas de vida silvestre que se desarrollan en el medio acuático, en aguas de jurisdicción federal, zona federal marítimo terrestre y terrenos inundables, con el objeto de conservar y contribuir, a través de medidas de manejo y conservación, al desarrollo de dichas especies, así como para conservar y proteger sus hábitats, para lo cual elaborará los programas de protección correspondientes.</p>	<p>El proyecto se realizará dentro del área de refugio ballenero, pues el Acuerdo que estableció esta área de refugio señaló a todas las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y a aquellas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, mismas que incluyen la Zona Económica Exclusiva y toda vez que el proyecto se realizará en la Zona Económica Exclusiva del</p>
69	<p>La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en áreas de refugio para proteger especies acuáticas, deberá</p>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>quedar sujeta a las condiciones que se establezcan como medidas de manejo y conservación en los programas de protección de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento.</p>	<p>Pacífico Norte le es aplicable este artículo en el sentido de que las actividades que se realizarán dentro del proyecto quedan sujetas a las condiciones que se establezcan como medidas de manejo y conservación en los programas de protección de que se trate. En el caso concreto de esta área de refugio, en la actualidad no se ha expedido el programa de protección, por lo que no existe disposición específica que sujete al proyecto, más que la genérica de protección de las grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti, citadas en el Acuerdo de creación del Área de Refugio Ballenero. El proyecto no va a hacer aprovechamiento alguno, extractivo o no extractivo, de ninguna especie marina, incluidas, obviamente, las ballenas y cualquier tipo de cetáceo.</p> <p>En este punto es conveniente recordar lo señalado más arriba en el “Acuerdo que establece el área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas”, en el sentido de que dicho Acuerdo textualmente permite las actividades productivas y no impide la realización de este tipo de proyectos.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		El artículo 69 hace referencia a que la realización de cualquier actividad que pueda afectar la protección de los elementos naturales en áreas de refugio para proteger especies acuáticas, deberá quedar sujeta a las condiciones que establezca el informe preventivo; sin embargo se hace la aclaración que por las características del proyecto, su evaluación no procede a través de un Informe Preventivo, sino a través de una MIA, motivo por el que se presenta esta MIA-R que incorpora programas de monitoreo de especies.
76	La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante.	El proyecto contempla una serie de programas en donde se atiende el tema de la conservación de especies migratorias como son los mamíferos marinos, las tortugas y las aves. Se proponen al respecto los programas de Protección de Tortugas Marinas; de Monitoreo Acústico en el Medio Marino para la Protección de la Fauna Marina, y de Protección de Aves Marinas.

Tabla III.8 Ley de Aguas Nacionales (LAN), y su Reglamento.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY DE AGUAS NACIONALES		
2 párrafo 2°	Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de	Toda vez que el proyecto se

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.	realiza en la zona económica exclusiva que es, acorde con la Ley Federal del Mar, una zona marina, le es aplicable al proyecto esta ley por lo que se refiere a la conservación y control de la calidad del agua en la zona del proyecto.
REGLAMENTO DE LA LAN Artículo 3 párrafo 2°	La regulación en materia de preservación y control de la calidad del agua, en los términos de la "Ley" y el Título Séptimo del presente "Reglamento", se aplica también a las aguas de las zonas marinas mexicanas que define como tales el artículo 3o., de la Ley Federal del Mar.	Como se ha podido demostrar en el capítulo II de la presente MIA, el proyecto no contempla de ninguna manera la descarga de ningún tipo de agua residual. Adicionalmente para la NOM-002-SCT4-2003, TERMINOLOGÍA MARÍTIMA-PORTUARIA, se entiende por:
3 Fracciones I, V, VI, XXII y LXVI	<p>Para los efectos de esta Ley se entenderá por:</p> <p>I. Aguas Nacionales: Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;</p> <p>V. Aguas marinas: Se refiere a las aguas en zonas marinas;</p> <p>VI. "Aguas Residuales": Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas;</p> <p>XXII. "Descarga": La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor;</p> <p>LXVI. Zonas Marinas Mexicanas: Las que clasifica como tales la Ley Federal del Mar.</p>	<p>4.22 Aguas residuales: “Aquellas aguas que se han empleado en diferentes procesos y que han alterado su composición original, resultando no aptas para cualquier función para la que serían apropiadas en su estado natural”, y por 4.264 Descarga: “Acción de depositar aguas residuales o residuos sólidos provenientes de embarcaciones en cuerpos de agua o estaciones de recepción, realizada en condiciones normales de operación”. En el proyecto, las únicas aguas residuales que se generarán serán las propias del uso normal en la embarcación por la tripulación y serán descargas en términos de la misma NOM en</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>estaciones de recepción ubicadas en los Recintos Portuarios. No obstante lo anterior, se establece un Subprograma de Aguas Residuales dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos, a fin de asegurar lo anterior.</p> <p>Como se verá más adelante con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, el supuesto que aplica al proyecto es el de vertimiento de material producto del dragado.</p> <p>Más arriba ya se hizo mención a las definiciones de aguas nacionales, de aguas marinas y de zonas marinas mexicanas, para justificar por qué al presente proyecto, que se somete a evaluación del impacto ambiental, no le es aplicable la fracción I del artículo 28 de la LGEEPA.</p>
86 fracción VI	<p>"La Autoridad del Agua" tendrá a su cargo, en términos de Ley:</p> <p>VI. Autorizar en su caso, el vertido de aguas residuales en el mar, y en coordinación con la Secretaría de Marina cuando provengan de fuentes móviles o plataformas fijas;</p>	<p>Como ha quedado demostrado en el capítulo II de la presente MIA, el proceso no contempla el vertido de aguas residuales en el mar, por lo que no le es aplicable en este particular la presente ley. De acuerdo con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, como se verá posteriormente, el vertido al mar será del material de dragado, nunca de aguas residuales. Para asegurar lo anterior se establecerá el</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		Subprograma de Aguas Residuales dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos
REGLAMENTO DE LEY DE AGUAS NACIONALES		
134	Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	De conformidad con el Artículo 2 de la LAN y el artículo 3 del reglamento de la LAN, las disposiciones en materia de preservación y control de la calidad del agua le son aplicables también a las aguas marinas. El proyecto usará agua de mar, tal y como quedó demostrado en el capítulo II de la presente MIA, y también la reintegrará en condiciones adecuadas, como se demuestra en el capítulo II y IV de la presente.

El proyecto no pretende introducir elementos que puedan poner en riesgo al ecosistema acuático, ya que el material que se depositará en el fondo marino se trata de materiales propios del dragado, no contaminantes, como se demuestra en el Capítulo IV de la presente MIA. Sin embargo, por su ubicación dentro de la Zona Económica Exclusiva, y debido al tipo de actividades a realizar, podrá provocar alteraciones al bien nacional, a causa de derrames accidentales (aceites y combustibles requeridos para el funcionamiento del barco), por lo que se contempla implementar acciones de mitigación que eviten, prevengan y/o minimicen los impactos, evitando asimismo alterar las condiciones generales del ecosistema acuático. Dichas medidas se describen en el Capítulo VI de la presente MIA.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla III. 9. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos		
5 fracción XXIX	Para los efectos de esta Ley se entiende por: Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;	En materia de residuos, el proyecto en cuanto al dragado de arena fosfática no contempla la generación de los mismos; por lo tanto, los únicos residuos que se generarán serán los propios del mantenimiento de la draga y la barcaza, así como los generados por la vida diaria de la tripulación. Estos residuos serán manejados conforme a las disposiciones aplicables y conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos que se describe en el Capítulo VI.

Tabla III.10 Ley de Navegación y Comercio Marítimos.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
Ley de Navegación y Comercio Marítimos		
2 fracción VII	Para efectos de esta Ley se entenderá por: VII. Contaminación Marina: La introducción por el hombre, directa o indirectamente de sustancias o de energía en el medio marino que produzcan o puedan producir efectos nocivos a la vida y recursos marinos, a la salud humana, o la utilización legítima de las vías generales de comunicación por agua en cualquier tipo de actividad, de conformidad con los Tratados Internacionales.	Como ya ha quedado demostrado en el capítulo II y tal como se volverá a tratar en el capítulo V de la presente MIA, el proyecto no contempla la introducción, ni directa ni indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino que produzcan o puedan producir efectos nocivos a la vida y recursos marinos, ni a la salud humana.
76	De conformidad con lo que establecen los tratados internacionales, se prohíbe derramar hidrocarburos persistentes que se transporten como carga, o que se lleven en	En la descripción del proyecto se pudo dejar en claro que el proyecto no contempla

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>los tanques de consumo de las embarcaciones. Asimismo, se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y al altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificadas en la Ley Federal del Mar.</p>	<p>derramar de manera intencional hidrocarburos que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones. No obstante lo anterior, y a efecto de prevenir algún accidente, se establecerá el Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales, mismo que será descrito con más detalle en el capítulo VI. En cuanto a las aguas residuales, se establece el programa de manejo correspondiente. Asimismo, el proyecto se ajusta a las disposiciones aplicables de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.</p>
77 inciso C.	<p>La distribución de competencias de las dependencias de la Administración Pública Federal en materia de prevención y control de la contaminación marina, se basará en las siguientes normas, para lo cual dichas dependencias estarán obligadas a celebrar los convenios de coordinación necesarios que garanticen la efectiva prevención y control bajo la responsabilidad de sus titulares, quienes deberán además dar seguimiento estricto de su aplicación:</p> <p>C. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, coordinará los programas de prevención y control de la contaminación marina, así como el Plan Nacional de Contingencias en el ámbito marítimo. Deberá asimismo sancionar a los infractores en el ámbito de su competencia.</p>	<p>No existe, hasta la fecha, ningún programa de prevención y control de la contaminación marina a que se refiere este artículo.</p> <p>No obstante, en el capítulo VI se contempla una serie de programas en este sentido.</p>

III.2.10. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

De conformidad con el Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, aprobado por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión en 1974, se designó en 1978 como autoridad competente para el ejercicio de las facultades contenidas en el citado Convenio a la Secretaría de Marina. Para mejor proveer en la esfera administrativa para su exacta observancia, en 1979 se expidió el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, mismo que será analizado en el siguiente punto.

Posteriormente en 1996, surgió el Protocolo relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias de 1972, mismo que fue aprobado por la Cámara de Senadores en 2005.

Por tal motivo y a efecto de “aplicar las disposiciones del Protocolo de 1996, relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación por Vertimiento de Desechos y Otras Materias de 1972”, tal y como se desprende de la exposición de motivos, en 2012 se presentó la iniciativa de Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Lo anterior se ratifica con la minuta de la Cámara de Diputados que señala: “Sexta. Los conceptos, procedimientos, obligaciones, responsabilidades y medidas preventivas contenidas en la Ley que se dictamina, se fundamentan en el contenido del Protocolo de 1996, que a su vez se deriva del Convenio Internacional sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias de 1972, del cual México es depositario.”

Por lo anterior, las disposiciones de la presente ley deben ser interpretadas a la luz del Protocolo citado.

Tabla III.11 Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
LEY DE VERTIMIENTOS EN LAS ZONAS MARINAS MEXICANAS		
1	La presente ley es de jurisdicción federal, sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas	La presente ley regula los vertimientos en las zonas marinas mexicanas, entre las que se encuentra la Zona Económica Exclusiva, lugar donde se desarrollará el presente proyecto que se somete a consideración de la Autoridad.
2 fracciones I, II, V y XI	<p>Para efectos de la presente Ley, se entiende por:</p> <p>I. Desecho.- Material o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos. En esta definición incluye a todas las categorías de residuos regulados en la legislación nacional</p> <p>II. Dragado.- Retiro, movimiento o excavación de suelos cubiertos o saturados por agua, incluyendo la acción de ahondar y limpiar para mantener o incrementar las profundidades de puertos, vías navegables o terrenos saturados por agua; sanear terrenos pantanosos, abriendo zanjas que permitan el libre flujo de las aguas, eliminar los suelos de mala calidad en las zonas donde se proyecta la instalación de estructuras</p> <p>V. Otras materias.- Los materiales y sustancias de cualquier clase, forma o naturaleza;</p> <p>XI. Zonas Marinas Mexicanas.- Las establecidas en la Ley Federal del Mar</p>	<p>La definición de zonas marinas mexicanas es igual a la contemplada en la Ley de Aguas Nacionales, en su artículo 3, fracción LXVI.</p> <p>La definición de desecho debe entenderse a la luz de lo señalado en el artículo 11 del mismo ordenamiento, y del Convenio Internacional sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias de 1972, y su Protocolo de 1996, y conforme a la definición de residuo contenida en la fracción XXIX del artículo 5 de la LGPGIR.</p> <p>El proyecto no contempla la generación de desechos producto del dragado de la arena fosfática. Los desechos serán los propios de la vida en embarcaciones de la tripulación, y éstos serán controlados y manejados de acuerdo con las disposiciones aplicables en la materia y conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos,</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>que se explica en el capítulo VI. Conforme a esta ley, el dragado es el retiro, movimiento o excavación de suelos cubiertos o saturados por agua. El presente proyecto, como se ha señalado, consiste en la actividad de dragado de arena fosfática, mineral contenido de manera natural en el lugar del proyecto. De acuerdo con la definición de “otras materias”, el material producto del dragado podría ser considerado como tal, por lo que le aplica en lo conducente la presente ley, cuya autoridad encargada de su aplicación es, conforme al artículo 5 de la misma, la Secretaría de Marina en tanto que es la autoridad responsable en materia de vertimientos. Por lo tanto, antes de la realización de cualquier actividad, se obtendrán los permisos correspondientes de la citada autoridad.</p>
3 fracción I	<p>Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes: I. Toda evacuación, eliminación, introducción o liberación en las zonas marinas mexicanas, deliberada o accidental, de desechos u otras materias incluyendo aguas de lastre alóctonas, provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones</p>	<p>De acuerdo con este artículo, el proyecto no incluye el vertimiento de ningún tipo de desecho, pero sí de “otras materias” como lo es el material producto del dragado, en tanto que se reintroducirán de manera deliberada otras materias como lo es el material producto del dragado. Como se demostró en el capítulo II de la presente MIA, este material no</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		es producto de ninguna actividad de beneficio y como se demostrará en el capítulo IV de este documento, no contiene ningún químico o sustancia peligrosa.
19 Fracción II	Para efectuar un vertimiento se requiere de permiso otorgado por la Secretaría en los términos y condiciones que establece la presente Ley, debiendo el interesado presentar lo siguiente: II. Autorización en materia de impacto ambiental, expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;	Una de las finalidades que se persiguen con la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental de la presente MIA, es la de presentarla como requisito para obtener de la Secretaría de Marina el permiso de vertimiento correspondiente.
REGLAMENTO PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN DEL MAR POR VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS MATERIAS		
5	Ninguna persona física o moral podrá efectuar vertimientos deliberados sin la previa autorización expedida por la Secretaría de Marina, quien la otorgará en la forma y términos que señala este reglamento.”	Este artículo 5 está en consonancia con el artículo 19 de la ley; es aplicable en lo conducente a lo señalado en los artículos 2 y 5 en el sentido de que corresponde a la Secretaría de Marina el otorgamiento de los permisos, en donde se especificarán la materia y la forma del vertimiento, mismos que serán tramitados una vez obtenida la resolución favorable a la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.
Artículo 9	Para los efectos de este Reglamento debe entenderse como vertimiento, toda evacuación deliberada en el mar por desechos u otras materias, efectuadas desde buques, aeronaves y las que realicen por estos medios las plataformas y otras estructuras.	No fue sino hasta el presente año 2014, que se publicó la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, por lo que consideramos que el concepto de vertimiento aplicable es el

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		que señala la propia ley.

El Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero de 1979, en respuesta a la necesidad de dar cumplimiento (según el considerando segundo de dicho Reglamento) a “las obligaciones que se derivan del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias” y con objeto de controlar las descargas de dichos vertimientos, y sujetando “a los principios, requisitos y condiciones que se establecen para prevenir el riesgo y el daño que se pueda ocasionar al equilibrio ecológico”.

No fue sino hasta el año 2014 que se publicó la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, misma que ha sido analizada con anterioridad.

El proyecto pretende realizar la deposición del material producto del dragado en el fondo marino, para restaurar las condiciones originales. Ese material no es contaminante. Se solicitará en tiempo y forma la autorización respectiva de la Secretaría de Marina debido a que dicha actividad se considera como una actividad de vertimiento.

III.3. En materia de ordenamientos jurídicos internacionales

Tabla III.12 Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR		
1 numeral 1 incisos 4 y 5) a) i)	Términos empleados y alcance 1. Para los efectos de esta Convención: 4) Por “contaminación del medio marino” se entiende la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de	De acuerdo con esta disposición y con la Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas, el proyecto contempla el

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento;</p> <p>5) a) Por “vertimiento” se entiende:</p> <p>i) La evacuación deliberada de desechos u otras materias desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar.</p>	<p>vertimiento de material producto del dragado; sin embargo y como se verá en el capítulo IV, dicho material no generará contaminación del medio marino.</p>
55	<p>Régimen jurídico específico de la zona económica exclusiva</p> <p>La zona económica exclusiva es un área situada más allá del mar territorial y adyacente a éste, sujeta al régimen jurídico específico establecido en esta Parte, de acuerdo con el cual los derechos y la jurisdicción del Estado ribereño y los derechos y libertades de los demás Estados se rigen por las disposiciones pertinentes de esta Convención.</p>	<p>Las actividades que se realizarán al amparo del proyecto se llevarán a cabo únicamente, como se ha dicho, en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Norte mexicano.</p>
56 numeral 1 incisos a) y b) iii)	<p>Derechos, jurisdicción y deberes del Estado ribereño en la zona económica exclusiva</p> <p>1. En la zona económica exclusiva, el Estado ribereño tiene:</p> <p>a) Derechos de soberanía para los fines de exploración y explotación, conservación y administración de los recursos naturales, tanto vivos como no vivos, de las aguas suprayacentes al lecho y del lecho y el subsuelo del mar...;</p> <p>b) Jurisdicción, con arreglo a las disposiciones pertinentes de esta Convención, con respecto a:</p> <p>iii) La protección y preservación del medio marino;</p>	<p>De acuerdo con esta convención y en tanto que el proyecto se realizará en la Zona Económica Exclusiva mexicana, México es el único país que tiene jurisdicción en este proyecto y soberanía en cuanto a que el proyecto contempla la explotación de un recurso natural como lo es la arena fosfática que se encuentra en dicha zona.</p>
193	<p>Derecho soberano de los Estados de explotar sus recursos naturales.</p> <p>Los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus recursos naturales con arreglo a su política en materia de medio ambiente y de conformidad con su obligación de proteger y preservar el medio marino.</p>	
208 numerales 1 y 2	<p>Contaminación resultante de actividades relativas a los fondos marinos sujetos a la jurisdicción nacional</p> <p>1. Los Estados ribereños dictarán leyes y reglamentos para</p>	<p>En cumplimiento a esta disposición, México ha emitido ya tanto la Ley de Vertimientos</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino resultante directa o indirectamente de las actividades relativas a los fondos marinos sujetas a su jurisdicción y de las islas artificiales, instalaciones y estructuras bajo su jurisdicción, de conformidad con los artículos 60 y 80.</p> <p>2. Los Estados tomarán otras medidas que puedan ser necesarias para prevenir, reducir y controlar esa contaminación.</p>	<p>en las Zonas Marinas Mexicanas, como el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, mismos que le son aplicables al proyecto en cuanto al vertimiento al mar de otras materias, como lo es el material producto del dragado.</p>
210	<p>Contaminación por vertimiento</p> <p>1. Los Estados dictarán leyes y reglamentos para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino por vertimiento.</p> <p>2. Los Estados tomarán otras medidas que puedan ser necesarias para prevenir, reducir y controlar esa contaminación.</p> <p>3. Tales leyes, reglamentos y medidas garantizarán que el vertimiento no se realice sin autorización de las autoridades competentes de los Estados.</p> <p>5. El vertimiento en el mar territorial, en la zona económica exclusiva o sobre la plataforma continental no se realizará sin el previo consentimiento expreso del Estado ribereño, el cual tiene derecho a autorizar, regular y controlar ese vertimiento tras haber examinado debidamente la cuestión con otros Estados que, por razón de su situación geográfica, puedan ser adversamente afectados por él.</p>	<p>El proyecto no contempla ningún vertimiento de desechos, y el material del dragado que será devuelto al lecho marino no producirá, por sus características, ninguna contaminación, como se demostrará en el capítulo IV de la presente MIA.</p>

Tabla III.13 Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias y su Protocolo.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias		
3 numeral 1 inciso c)	<p>A los efectos del presente Convenio:</p> <p>La evacuación de desechos u otras materias directamente derivadas de la exploración, explotación y tratamientos afines, fuera de la costa, de los recursos minerales de los fondos</p>	<p>El proyecto consiste en el dragado de arena fosfática del fondo marino y la devolución al mar de material natural, una vez</p>

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	marinos o con ellos relacionados no estará comprendida en las disposiciones del presente Convenio	separado el mineral mediante el cribado con agua.
Protocolo de 1996 relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias		
numeral 4.3	A los efectos del presente Protocolo: Las disposiciones del presente Protocolo no se aplican a la evacuación o el almacenamiento de desechos u otras materias que resulten directamente de la exploración, explotación y consiguiente tratamiento mar adentro de los recursos minerales del lecho del mar, o que estén relacionadas con dichas actividades	El proyecto consiste en el dragado de arena fosfática del fondo marino y la devolución al mar de material natural, una vez separado el mineral mediante el cribado con agua. A esto, en términos del presente Protocolo y de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, se le conoce como “otras materias”.

III.3.3. Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques.

En 1973, la OMI adoptó el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques, ahora conocido universalmente como MARPOL, que ha sido modificado por los protocolos de 1978 y 1997. El Convenio MARPOL aborda la contaminación por los buques de petróleo; por sustancias nocivas líquidas transportados a granel; sustancias nocivas transportadas por vía marítima en bultos; aguas residuales, basura; y la prevención de la contaminación por los buques.

Otros tratados han abordado temas como los sistemas anti incrustantes utilizados en los buques, la transferencia de especies exóticas por agua de lastre de buques y el reciclaje ambientalmente adecuado de naves.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Dentro de MARPOL se han definido, para efectos de protección ambiental, las llamadas “Áreas Especiales” y las “Áreas Marinas Particularmente Sensibles” (PSSA, por sus siglas en inglés).

Las llamadas “Áreas Especiales” son aquéllas en las que, por razones técnicas relativas a su condición ecológica, oceanográfica y a su tráfico marítimo, es necesaria la adopción de métodos especiales obligatorios para la prevención de la contaminación del mar. Bajo la Convención MARPOL, estas “Áreas Especiales” cuentan con un mayor nivel de protección que otras áreas del mar. Dentro de los **Anexo I Prevención de la contaminación por hidrocarburo, Anexo II Control de la contaminación por sustancias líquidas nocivas, Anexo IV Prevención de la contaminación por aguas residuales de naves, Anexo V Prevención de la contaminación por basura de naves**, podemos encontrar este tipo de áreas.

Podríamos decir que una subcategoría de estas “Áreas Especiales”, son las “Áreas de Control de Emisión” de óxido de azufre (SO_x) (ECAs por sus siglas en inglés). Estas ECAs se encuentran en el **Anexo VI Regulaciones para la prevención de la contaminación del aire por buques**.

Las “Áreas Especiales” bajo MARPOL se pueden ver en la página web de la OMI visible en

<http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx>.

Pues bien, como se puede observar ninguna “Área Especial” es aplicable al proyecto, por lo que no le es aplicable regulación alguna en esta materia.

Las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (Particularly Sensitive Sea Area, PSSA) son áreas que necesitan protección especial, debido a su importancia por razones ecológicas o socio-económicas, o por razones científicas, y que pueden ser vulnerables

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

por daños causados por las actividades marítimas internacionales. Los criterios para la identificación de las Áreas Marinas Particularmente Sensibles y los criterios para la designación de Áreas Especiales no son excluyentes. En muchos casos, se puede identificar un Área Marina Particularmente Sensible dentro de un Área Especial y viceversa.

Las directrices para designar una PSSA incluyen criterios tales como: criterios ecológicos, por ejemplo, un ecosistema único o raro, diversidad del ecosistema o vulnerabilidad a la degradación por eventos naturales o actividades humanas; criterios sociales, culturales y económicos, tales como la importancia de la zona de recreación o turismo; y criterios científicos y educativos, tales como investigación biológica o valor histórico.

Las PSSAS que han sido designadas son visibles en la página web <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/PSSAs/Pages/Default.aspx>.

Tal y como se concluyó con las “Áreas Especiales”, el área del proyecto no es considerada como un Área Marina Particularmente Sensible (PSSA), por lo que no le aplica regulación en esta materia.

El proyecto que nos ocupa, se apegará y ajustará a cada una de las reglas establecidas y aplicables en los diversos Anexos del Convenio MARPOL. Los Anexos a considerar en el desarrollo del proyecto son I, IV, V y VI.

Tabla III.14 Anexos del Convenio MARPOL.

Regla	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
ANEXO I Reglas para la Prevención de Contaminación por hidrocarburo.		
2.1. Aplicaciones	Salvo disposición expresa en contrario, las disposiciones del presente anexo se aplicarán a todas las embarcaciones.	Se atenderá lo dispuesto en este Anexo, particularmente

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Regla	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		en lo establecido por la regla 15 relativa al Control de descarga de aceite, y por la regla 16 relativa a la Separación de aceite y el agua de lastre y transporte de petróleo en tanques de pique de proa, mismas que se detallan en el Capítulo VI de la presente MIA.
ANEXO IV Reglas para Prevenir la Contaminación por las Aguas Sucias de los Buques.		
1 Definiciones	3 "Aguas negras" significa: 1. Las aguas del drenaje y cualquier otra forma de desecho de los inodoros y urinarios; 2. Las aguas del drenaje de instalaciones médicas (dispensario, enfermería, etc.) a través de lavabos, tinas de lavado y desagües puestos para tal fin; 4. Otras aguas residuales cuando se mezclan con los drenajes definidos anteriormente.	Este anexo de MARPOL señala, en su regla número 1, una serie de definiciones, entre las que destacamos la relativa a la de “aguas negras”. Se atenderá de la forma más rigurosa lo dispuesto en las distintas reglas del Convenio MARPOL. De hecho, todas las “aguas negras” en términos de este Convenio serán descargadas conforme al propio anexo. La presente MIA presenta un Subprograma de Aguas Residuales dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se detalla en el capítulo VI.
5. Tema o endoso del certificado	1. Se expedirá un certificado internacional de prevención de la contaminación de las aguas residuales, después de una inspección inicial o renovación de conformidad con las disposiciones de la regla 4 del presente anexo a cualquier barco que se dedica a viajes a puertos o terminales no costeros bajo la jurisdicción de otras partes en la Convención. En el caso de los buques existentes, este requisito aplicará cinco años después de la fecha de entrada en vigor del presente anexo. 2 tal certificado será expedido o avalado por la administración o por cualquier persona u organización debidamente autorizada por él. En cada caso la administración asume toda la responsabilidad por el certificado.	
ANEXO V Reglas para Prevenir la Contaminación por las Basuras de los Buques		
1 Definiciones	A los efectos del presente Anexo: 1) Por "basuras" se entiende toda clase de restos de víveres - salvo el pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo- así como los residuos resultantes de las faenas domésticas y	Este anexo de MARPOL señala, en su regla número 1, una serie de definiciones entre las que destacamos la relativa a

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Regla	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, los cuales suelen echarse continua o periódicamente; este término no incluye las sustancias definidas o enumeradas en otros Anexos del presente Convenio	“basuras”. Se atenderá de la forma más rigurosa lo dispuesto en las distintas reglas del Convenio, particularmente las establecidas en las reglas 3 y 4 del Convenio MARPOL. De hecho, toda la “basura” en términos de este Convenio será depositada, conforme a la Regla 7, en instalaciones y servicios de recepción de los puertos señaladas en el capítulo II de la presente MIA, en especial en el Puerto de Mazatlán.
3 Descarga de basuras fuera de las zonas especiales	<p>1) A reserva de lo dispuesto en las Reglas 4, 5 y 6 del presente Anexo:</p> <p>a) se prohíbe echar al mar toda materia plástica, incluidas, sin que la enumeración sea exhaustiva, la cabullería y redes de pesca de fibras sintéticas y las bolsas de plástico para la basura;</p> <p>b) las basuras indicadas a continuación se echarán tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, prohibiéndose en todo caso hacerlo si la tierra más próxima se encuentra a menos de:</p> <p>i) 25 millas marinas, cuando se trate de tablas y forros de estiba y materiales de embalaje que puedan flotar;</p> <p>ii) 12 millas marinas, cuando se trate de los restos de comidas y todas las demás basuras, incluidos productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, loza doméstica y cualquier otro desecho por el estilo;</p> <p>c) las basuras indicadas en el inciso ii) del apartado b) de la presente Regla podrán ser echadas al mar siempre que hayan pasado previamente por un desmenuzador o triturador y ello se efectúe tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, prohibiéndose en todo caso hacerlo si la tierra más próxima se encuentra a menos de 3 millas marinas. Dichas basuras estarán lo bastante desmenuzadas o trituradas como para pasar por cribas con mallas no mayores de 25 milímetros.</p> <p>2) Cuando las basuras estén mezcladas con otros residuos para los que rijan distintas prescripciones de eliminación o descarga se aplicarán las prescripciones más rigurosas.</p>	<p>La presente MIA presenta un Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se detalla en el capítulo VI.</p>
4 Prescripciones especiales para la eliminación de basuras	1) A reserva de lo dispuesto en el párrafo 2) de esta Regla se prohíbe echar al mar cualesquiera materias reguladas por el presente Anexo desde las plataformas, fijas o flotantes, dedicadas a la exploración, explotación y consiguiente tratamiento, en instalaciones mar adentro, de los recursos minerales de los fondos marinos, y desde todo buque que se encuentre atracado a dichas plataformas o esté a menos de 500 metros de distancia de las mismas.	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Regla	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	2) Los restos de comida previamente pasados por un desmenuzador o triturador podrán echarse al mar desde tales plataformas, fijas o flotantes, cuando estén situadas a más de 12 millas de tierra y desde todo buque que se encuentre atracado a dichas plataformas o esté a menos de 500 metros de las mismas. Dichos restos de comida estarán lo bastante desmenuzados o triturados como para pasar por cribas con mallas no mayores de 25 milímetros.	

Regla	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
ANEXO VI Reglas para Prevenir la Contaminación Atmosférica Ocasionada por los Buques		
3 Exenciones y Excepciones	<p>Emisiones de las actividades mineras marinas</p> <p>3.1. Las emisiones derivadas directamente de la exploración, explotación y las asociadas al procesamiento offshore de recursos minerales marinos son, consistentes con el artículo 2(3) (b) (ii) de la presente Convención, están exentas de las disposiciones del presente anexo. Este tipo de emisiones incluye lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las emisiones resultantes de la incineración de sustancias que son el resultado, exclusivamente y directamente, de la exploración, explotación y asociadas al procesamiento offshore de recursos minerales marinos, incluyendo, pero no limitado, a la quema de hidrocarburos y la quema de esquejes, lodos o fluidos de estimulación durante las operaciones de pruebas y adecuada terminación y quema de derivados en condiciones molestas; 2. La liberación de gases y compuestos volátiles incluidos en los líquidos y los cortes de perforación; 3. Las emisiones asociadas exclusivamente y directamente con el tratamiento, manejo o almacenamiento de minerales marinos; y 4. Emisiones de los motores diésel marinos que están dedicados exclusivamente a la exploración, explotación y asociadas al procesamiento offshore de recursos minerales marinos. 	<p>Este anexo de MARPOL señala, en su regla número 3, una serie de exenciones y excepciones; es decir, que las regulaciones del presente anexo no se aplicarán, entre otras, a las emisiones de las actividades mineras marinas en los términos de las reglas 3.1 y 3.2 de este anexo.</p> <p>No obstante lo anterior, el proyecto propone un Programa de Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera, como se detalla en el Capítulo VI de la presente MIA.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

	3.2 los requisitos de la regla 18 del presente anexo no se aplicarán a la utilización de hidrocarburos que se producen y posteriormente son utilizados <i>in situ</i> como combustible, cuando sea aprobado por la Administración.	
--	--	--

Tabla III.15 Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
CONVENCIÓN INTERAMERICANA PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS		
II. OBJETIVO	El objetivo de esta Convención es promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de los hábitats de los cuales dependen, basándose en los datos científicos más fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de las Partes.	La Convención cuenta con un Instructivo para el Informe Anual de la CIT, para facilitar el cumplimiento del Artículo XI de la Convención y su Anexo IV que establece que cada una de las Partes Contratantes tiene que presentar un Informe Anual.
IV. MEDIDAS	1. Cada Parte tomará las medidas apropiadas y necesarias, de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles, para la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats:	Ahora bien, conforme a la Parte III (Información sobre investigación) a. Amenazas, se han identificado que las amenazas son distintas para cada una de las especies de tortugas marinas, siendo éstas: desarrollo costero, captura incidental, uso directo, contaminación, patógenos y cambio climático. Evidentemente, el proyecto no tiene relación ni directa ni indirecta con el desarrollo costero, la captura incidental, el uso directo ni de estas especies ni de ninguna otra, ni con ningún patógeno. En la presente MIA se proponen programas de Protección de Tortugas Marinas y de

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>Educación Ambiental, con el fin de asegurar el seguimiento de la aplicación de las medidas de protección y conservación de las tortugas marinas y de sus hábitats.</p> <p>El Programa de Protección de Tortugas, que será explicado con detalle en el capítulo VI de la presente MIA, de manera sintética propone como medida de prevención para evitar la pérdida de individuos y la afectación al comportamiento de los individuos de tortugas, mantener la velocidad de las embarcaciones en 1 ó 2 nudos de velocidad como máximo, el apagado de las bombas durante la elevación y descenso de la draga de succión, y la colocación de un dispositivo rígido llamado “deflector de tortugas” que desvía a las tortugas lejos de la cabeza de la draga, para evitar succionarlas.</p> <p>La Convención establece la obligación de Las Partes de tomar las medidas apropiadas y necesarias sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles. Es decir, no establece la Convención medidas específicas para la protección de las tortugas, dejando en</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>plena libertad de tomar las medidas que a juicio del estado Parte, sean las más apropiadas y necesarias. Es importante resaltar que dichas medidas deben estar fundadas sobre una base de datos científicos que sean lo más fidedignos posibles. Los datos de que disponemos y que se presentan con detalle a lo largo de la presente MIA, indican que el mayor problema de la actividad de dragado es la posible succión que de individuos de tortugas pueda hacerse y la posible afectación a su comportamiento. Por ello, se proponen las medidas arriba indicadas, cumpliendo así con lo ordenado por la Convención.</p>

Tabla III.16. Convenio sobre Diversidad Biológica.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA		
7. Identificación y seguimiento	<p>Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, en especial para los fines de los artículos 8 a 10:</p> <p>a) Identificará los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible, teniendo en consideración la lista indicativa de categorías que figura en el anexo I;</p> <p>b) Procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad biológica identificados de conformidad con el apartado a), prestando</p>	<p>Si bien es cierto que las disposiciones del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) constituyen normas de lo que se conoce como soft law o derecho suave, y sus disposiciones son aplicables a las partes contratantes, nuestro país ha cumplido con</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan el mayor potencial para la utilización sostenible;</p> <p>c) Identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos; y</p> <p>d) Mantendrá y organizará, mediante cualquier mecanismo, los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento de conformidad con los apartados a), b) y c) de este artículo.</p>	<p>esta disposición de múltiples formas. Una de ellas es la identificación de las regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias).</p> <p>Parte del área del proyecto, como se verá en el capítulo IV, se encuentra en la llamada Región Marina Prioritaria 4. Bahía Magdalena y parte del SAR, se encuentran en la Región Marina Prioritaria 3., San Ignacio.</p> <p>La identificación de estas regiones tiene como propósito ser un marco de referencia y una herramienta que espera ser útil para tomadores de decisiones, científicos, usuarios y público en general.</p> <p>Es importante mencionar que estas áreas no tienen de ninguna manera un carácter legal vinculante ni existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en estas regiones prioritarias, por lo que no existe algún impedimento legal para realizar proyectos como el tratado en este documento, de</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
		<p>ahí que no se vincula, en este capítulo III, el proyecto a dichas áreas prioritarias.</p> <p>Sin embargo, la designación de un sitio como una región prioritaria tiene como propósito ser un marco de referencia y una herramienta que espera ser útil para tomadores de decisiones, científicos, usuarios y público en general y debe verse como un compromiso intrínseco de conservación. Por ello, cualquier desarrollo en estas áreas debe contemplar medidas adicionales para reducir el impacto directo a la biodiversidad, o de manera indirecta, si se afectan los procesos que pueden ser determinantes para el adecuado funcionamiento del ecosistema.</p> <p>Por ello, la presente MIA ha tomado en cuenta y ha hecho un análisis exhaustivo de relación del proyecto con estas citadas regiones, como se verá en los capítulos subsecuentes.</p>

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Con base en la diversidad de acciones que conlleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, se hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable, mismo que se presenta a continuación.

Tabla III.17 Agua.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Descarga de aguas residuales en aguas y bienes nacionales		
1. Objetivo y campo de aplicación	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes	Toda vez que, por una parte y como ya se demostró, el proyecto se desarrollará en aguas marinas y se llevará a cabo en la plataforma continental dentro de la Zona Económica Exclusiva en términos de la Ley Federal del Mar y por ello, no se desarrollará en aguas nacionales conforme a la Ley de Aguas Nacionales, y tomando en cuenta que, por otro lado, el proyecto no cae en ninguno de los supuestos señalados en el artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales, no le es aplicable la presente NOM.
3. Definiciones 3.2 y 3.5	3.2 Aguas nacionales: Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 3.5 Bienes nacionales: Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.	
113 de la LAN	La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": I. Las playas y zonas federales, en la parte correspondiente a los cauces de corrientes en los términos de la presente Ley; II. Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional; III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales; IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley; V. Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, descubiertos por causas naturales o por obras artificiales; VI. Las islas que existen o que se formen en los vasos de lagos, lagunas, esteros, presas y depósitos o en los cauces de corrientes de propiedad nacional, excepto las que se formen cuando una corriente segregue terrenos de propiedad particular, ejidal o comunal, y	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	VII. Las obras de infraestructura hidráulica financiadas por el gobierno federal, como presas, diques, vasos, canales, drenes, bordos, zanjas, acueductos, distritos o unidades de riego y demás construidas para la explotación, uso, aprovechamiento, control de inundaciones y manejo de las aguas nacionales, con los terrenos que ocupen y con las zonas de protección, en la extensión que en cada caso fije "la Comisión".	

Tabla III.18 Flora y fauna silvestre.

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.		
1. Objetivo y campo de aplicación	Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.	Para la identificación de las especies en riesgo localizadas en el sitio del proyecto y su sistema ambiental regional delimitado, o que siendo migratorias pasan por el sitio del proyecto o el sistema ambiental regional se consultó el listado contenido en esta NOM, mostrándose los resultados en el Capítulo IV de la presente MIA. Asimismo, las acciones de protección planteadas para esas especies se encuentran descritas en el Capítulo VI.

Tabla III.19 Embarcaciones

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
NORMA Oficial Mexicana NOM-036-SCT4-2007, Administración de la seguridad operacional y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales.		
1. Objetivo	Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objetivo, proporcionar	El proyecto contempla el

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	<p>los lineamientos necesarios para elaborar el manual de administración de la seguridad, las instrucciones para las flotas y los procedimientos de contingencia con que habrán de contar las empresas y sus embarcaciones para el buen funcionamiento de seguridad operacional y de prevención de la contaminación, los cuales deben ser implementados en sus embarcaciones o artefactos navales.</p> <p>Para la consecución de este objetivo, cada empresa naviera o armador debe establecer un Sistema de Administración de la Seguridad (SAS), que tenga como finalidad prevenir accidentes, pérdida de vidas humanas y evitar daños al medio ambiente marino, realizando de manera adecuada la administración, tanto en sus oficinas como a bordo de las embarcaciones y artefactos navales.</p>	<p>Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales, y el Programa de Supervisión y Gestión Ambiental para atender dicho requerimiento.</p> <p>La verificación del cumplimiento a esta norma se realizará, como lo establece la misma, por la autoridad marítima, quien expedirá la evaluación de la conformidad.</p>
2. Campo de aplicación	<p>Esta Norma Oficial Mexicana aplica a las empresas navieras y los armadores, así como a sus embarcaciones o artefactos navales, que realicen viajes en navegación interior y de cabotaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Embarcaciones o artefactos navales de pasaje iguales o mayores de 100 unidades de arqueado bruto; ▪ Embarcaciones no petroleras que transporten hidrocarburos a granel, cuya capacidad total sea igual o superior a doscientos metros cúbicos; ▪ Embarcaciones de carga de arqueado bruto igual o superior a cuatrocientas toneladas; ▪ Embarcaciones petroleras de arqueado bruto igual o superior a ciento cincuenta toneladas, y ▪ Unidades móviles mar adentro de quinientas unidades de arqueado. 	
6. Disposición de seguridad y protección ambiental	<p>6.1 La empresa naviera o el armador debe implantar un Sistema de Administración de la Seguridad (SAS) teniendo como objetivos principales los siguientes:</p> <p>6.1.1 Proporcionar políticas de seguridad y protección ambiental en las operaciones de las embarcaciones y artefactos navales, para que todo el personal lleve a cabo sus actividades diarias en un ambiente de trabajo seguro.</p> <p>6.1.2 Establecer medidas preventivas contra cualquier riesgo señalado.</p>	

Artículo	Disposición	Vinculación entre el instrumento y el proyecto
	6.1.3 Proporcionar capacitación continua y adecuada tanto al personal embarcado como el que administra en las oficinas el SAS, en la cual se debe incluir preparación para situaciones relacionadas con la seguridad y protección ambiental	

CAPÍTULO IV

*DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y
SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DE DESARROLLO Y
DETERIORO DE LA REGIÓN*

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



INDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN	102
IV.1. Criterios de definición y delimitación del Sistema Ambiental Regional	102
IV.1.1. Niveles de Referencia	103
IV.1.2. Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional.....	104
IV.2. Procesos ecosistémicos (definición y procesos ecosistémicos relevantes a nivel SAR)	20
IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR	22
IV.3.1. Regiones Prioritarias CONABIO	25
IV.3.2. Medio Abiótico.....	132
IV.3.2.1. Atmósfera.....	132
IV.3.2.2. Océano	154
IV.3.3. Caracterización del fondo marino.	100
IV.3.3.1. Geología	100
IV.3.3.2. Batimetría	224
IV.3.3.3. Sismicidad.....	229
IV.4. Características físico – químicas del fondo marino	233
IV.4.1. Sedimentos.....	246
IV.4.2. Metales pesados en sedimentos.....	140
IV.4.3. Características químicas en la columna de agua	256
IV.5. Medio Biótico	270
IV.5.1. Zona marina.....	270
IV.5.2. Biota marina	272
Diversidad Bacterial.....	272
IV.5.2.1. Plancton	274
IV.4.4 Relación fitoplancton variables de contaminantes del medio marino.....	276
IV.5.2.2. Bentos.....	287

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

IV.5.2.3. Necton.....	292
IV.5.2.4. Especies de interés para la conservación	332
IV.5.2.5. Trabajo de Campo para la zona biótica.....	336
IV.6. Actividades económicas que se realizan en SAR	389
IV.6.1. Pesca	389
IV.6.1.2. Instrumentos que regulan la pesca	390
IV.6.1.3. Sistemas de Pesca	397
IV.6.1.4. Incidencia del dragado sobre la actividad pesquera.....	400
IV.6.1.5. Sobreproducción de los productores primarios	409
IV.6.1.6. Ruido	412
IV.7. Diagnóstico Ambiental.	418
IV.7.1. Diagnóstico ambiental en su parte abiótica.	418
IV.7.2. Diagnóstico ambiental en su parte biótica.....	4

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1. Criterios de definición y delimitación del Sistema Ambiental Regional

El Sistema Ambiental Regional (SAR) a proponer se pretende definir desde un enfoque ecosistémico considerando las características de los procesos y componentes ambientales que potencialmente interactúan en el área del proyecto, tal y como lo refiere el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que establece que:

“...Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente...”

Lo anterior se considera relevante toda vez que una evaluación de impacto ambiental a nivel regional permite identificar una gama mayor de impactos ambientales; sin embargo, dichos impactos pueden ser significativos a escala regional, pero no a nivel del área del proyecto y mucho menos a nivel del área utilizable. O por el contrario, pueden ser no significativos para el SAR, pero sí a nivel del área del proyecto.

IV.1.1. Niveles de Referencia

Debido a que el proyecto se localiza en un ambiente marino, el cual se caracteriza por un funcionamiento y dinámica complejos, por la naturaleza misma de sus componentes, se define la relevancia de considerar un Área de Referencia. Este primer nivel jerárquico corresponde a la Península de Baja California, y se considera como el más alto en la organización funcional a partir del cual es posible identificar los procesos que determinan la interacción atmósfera-océano en esta región. En este nivel se hace énfasis en la temporalidad, intensidad, y comportamiento espacial de la variabilidad climática, así como de las corrientes que caracterizan a la Península de Baja California.

Ésta es una primera aproximación de carácter espacial y temporal, y funciona como un marco geográfico de referencia que permite identificar los procesos regionales y su expresión territorial en el tiempo.

Este nivel posibilita el cambio de escalas de menor a mayor detalle, permitiendo apreciar el papel que juega cada uno de los componentes, tanto ambientales como antrópicos, en un lugar y tiempo determinados. De esta manera, es posible reconocer aquellos de carácter crítico en términos de la integridad funcional del ecosistema, así como para el tipo de proyecto que se pretende desarrollar.

El segundo nivel jerárquico corresponde al Sistema Ambiental Regional, el cual se define a partir de la naturaleza y características del mismo proyecto, así como de su emplazamiento en el medio marino. En este nivel de organización funcional se selecciona y analiza la información ambiental específica sobre el conjunto de componentes, tipos, e intensidad de procesos, que configuran la estructura y dinámica del SAR.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El último nivel jerárquico se refiere a la escala más detallada del análisis, esto es a nivel del área de proyecto, en el cual se pone un mayor énfasis en los componentes críticos del SAR en relación a la naturaleza y características del proyecto mismo.

De esta manera, a partir del establecimiento de niveles de organización es posible identificar la estructura y organización de los ecosistemas, y los procesos que configuran el SAR, los cuales a su vez se manifiestan de diferentes maneras en cada uno de los niveles permitiendo la articulación del Área de Referencia, el Sistema Ambiental Regional, y el área del proyecto.

IV.1.2. Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional

La delimitación del SAR responde a la naturaleza del proyecto, el emplazamiento de éste en el fondo marino, y la dinámica temporal y espacial del medio marino.

Así, los criterios para la delimitación del SAR parten de las características y comportamiento hidrodinámicos y batimétricos de la región donde pretende desarrollarse el proyecto, como se menciona a continuación:

1. El criterio principal es el comportamiento hidrodinámico, ya que este proceso define la distribución del plancton, y materiales en suspensión y sedimentación. Así, a partir del análisis de imágenes de satélite de la distribución espacial y temporal de la Clorofila “A”; se identifican giros acoplados en la parte norte, y una distribución de clorofila en forma lineal, visibles paralelamente a la costa desde la parte centro hasta la parte sur de la zona de estudio; por tanto, el SAR engloba dichas regiones. Esto permite caracterizar el comportamiento estacional y espacial tanto de los procesos abióticos como bióticos y sus variaciones.

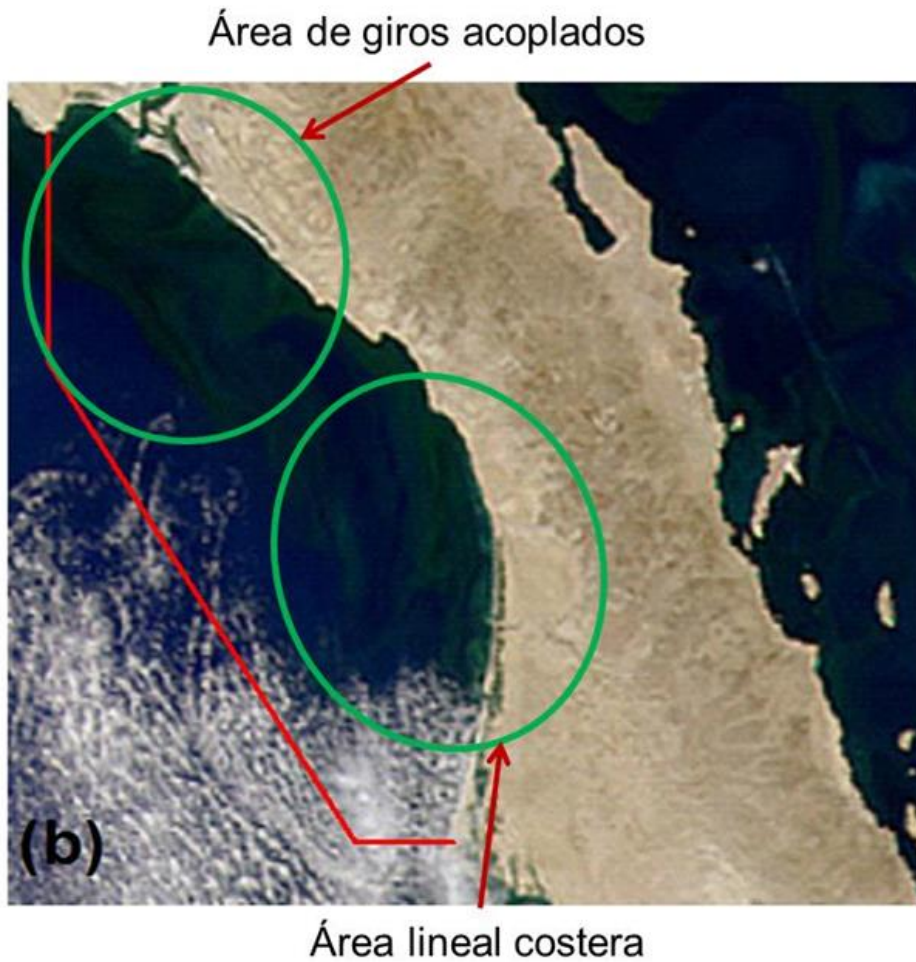


Figura IV. 1. Identificación de procesos hidrodinámicos locales estacionales para definir el SAR.

2. El segundo criterio es la batimetría, debido a que el emplazamiento del área del proyecto se localiza en profundidades menores a 100 m, ya que se restringe a ciertos tipos de ambientes distintos de aquellos que se desarrollan en la zona a mayores profundidades (aproximadamente a los 2,000 m). La distancia del área del proyecto con respecto a la línea de costa, así como del límite de la plataforma continental, permite establecer la isobata 200 m como el segundo límite.

La lectura conjunta de ambos criterios permitió comprender su papel en el establecimiento y configuración de las características ecológicas de esta región de la

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Península de Baja California, en el contexto de la importancia ambiental de la Corriente de California.

Asimismo, se consideró para el establecimiento del SAR un análisis de las variables y parámetros por afinidad, o diferencia, mediante un modelo de conglomerados, lo que permitió establecer áreas de condiciones ambientales similares, que generó una serie de biotopos. Dicha información permitió observar que la bahía de Ulloa, donde se ubica el proyecto, se separa en tres regiones en forma de bandas paralelas a la costa que se subdividen en otras más pequeñas. Asimismo, permitió observar que estos ambientes están definidos en función de la estructura sedimentaria, ya que al hacer el estudio fue la variable que tuvo el mayor peso. Haciendo un corte a las pequeñas regiones, se agruparon y se formaron las estructuras en bandas, lo cual reflejó una combinación de variables como es el tipo de sedimentos y las corrientes costeras; estas dos variables arrastran por su peso la distribución y abundancia de los organismos planctónicos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

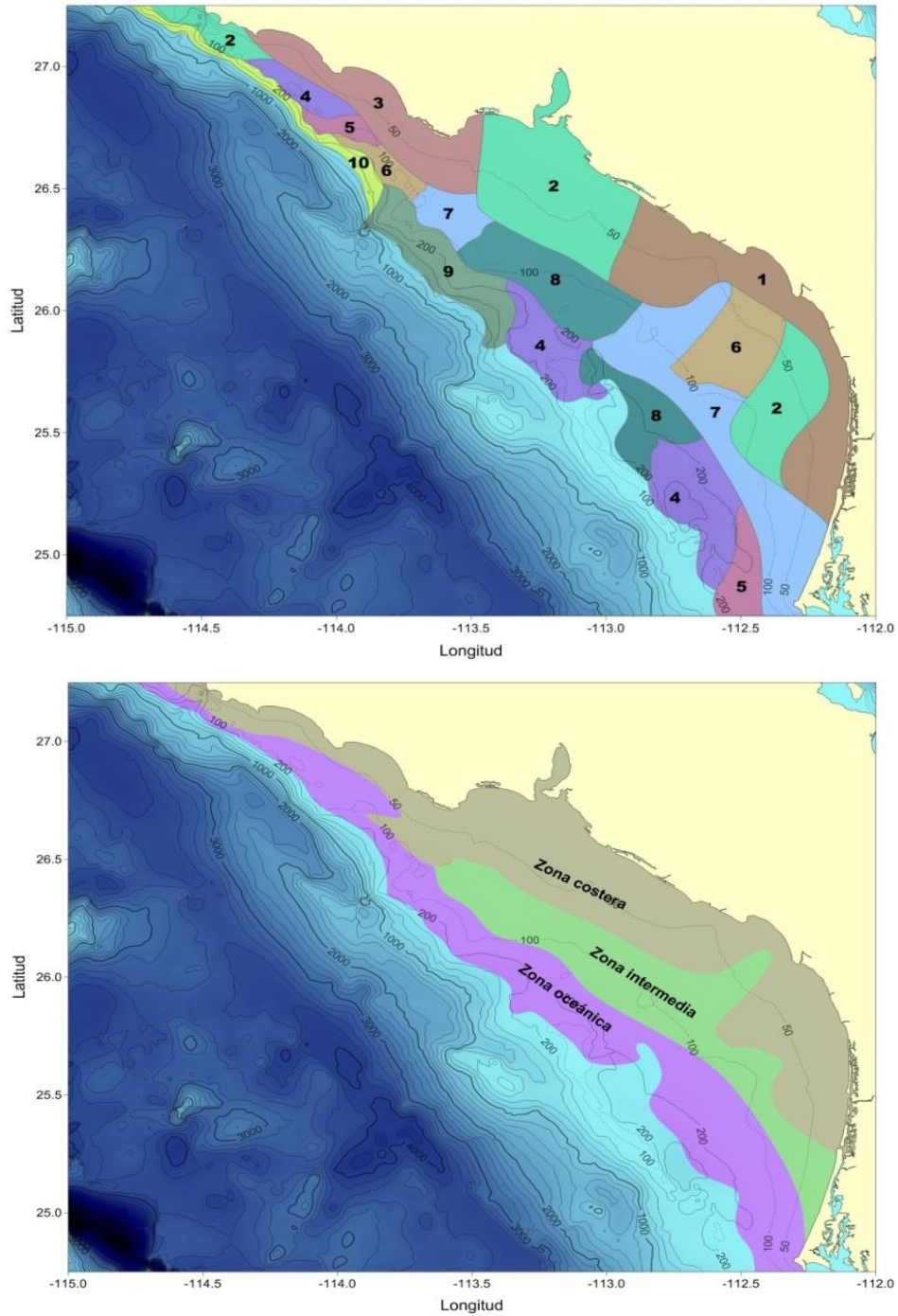


Figura IV. 2. Delimitación del SAR por identificación de biotopos.

Finalmente y derivado de las características del proyecto, se consideraron dos impactos ambientales que por su naturaleza inciden en la columna de agua, la cual al

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

presentar un comportamiento dinámico estacional puede establecer un área de afectación mayor al área de proyecto. Para lo cual, se retomaron los resultados de dos estudios:

- Estudio de pluma de dispersión (ver anexo 9). En el caso de la pluma de sedimentación, se consideraron los modelos generados para dos puntos a lo largo del área de proyecto: uno ubicado en el extremo norte (área 1) mientras que el segundo está situado en la porción centro-sur (área 4). En ambos casos, se consideraron los resultados de la pluma de sedimentos que se produciría durante las operaciones en el transcurso de un año en un solo punto, es decir, en el caso de que la draga y la barcaza se mantengan en un mismo sitio durante un año. De esta manera, las concentraciones, así como la huella producida por la pluma de sedimentos, señalan un escenario crítico, el cual no se presentará pues tanto la draga como la barcaza se mantienen en constante movimiento a lo largo del área del proyecto.

A continuación, se presentan los mapas de la huella máxima potencial producida por la concentración de sólidos suspendidos en caso de que la draga y la barcaza se mantuvieran en operaciones en el mismo sitio durante un año.

Aunque resulta importante establecer que este máximo potencial solo es teórico ya que como se mencionó en el capítulo II, se propone una tubería extendida de 73m que minimizará los sólidos suspendidos (ver capítulo II y V para más detalle), no obstante lo anterior, y para el establecimiento del SAR, los mapas de huella máxima resultan suficientes para obtener un amplio rango de area.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

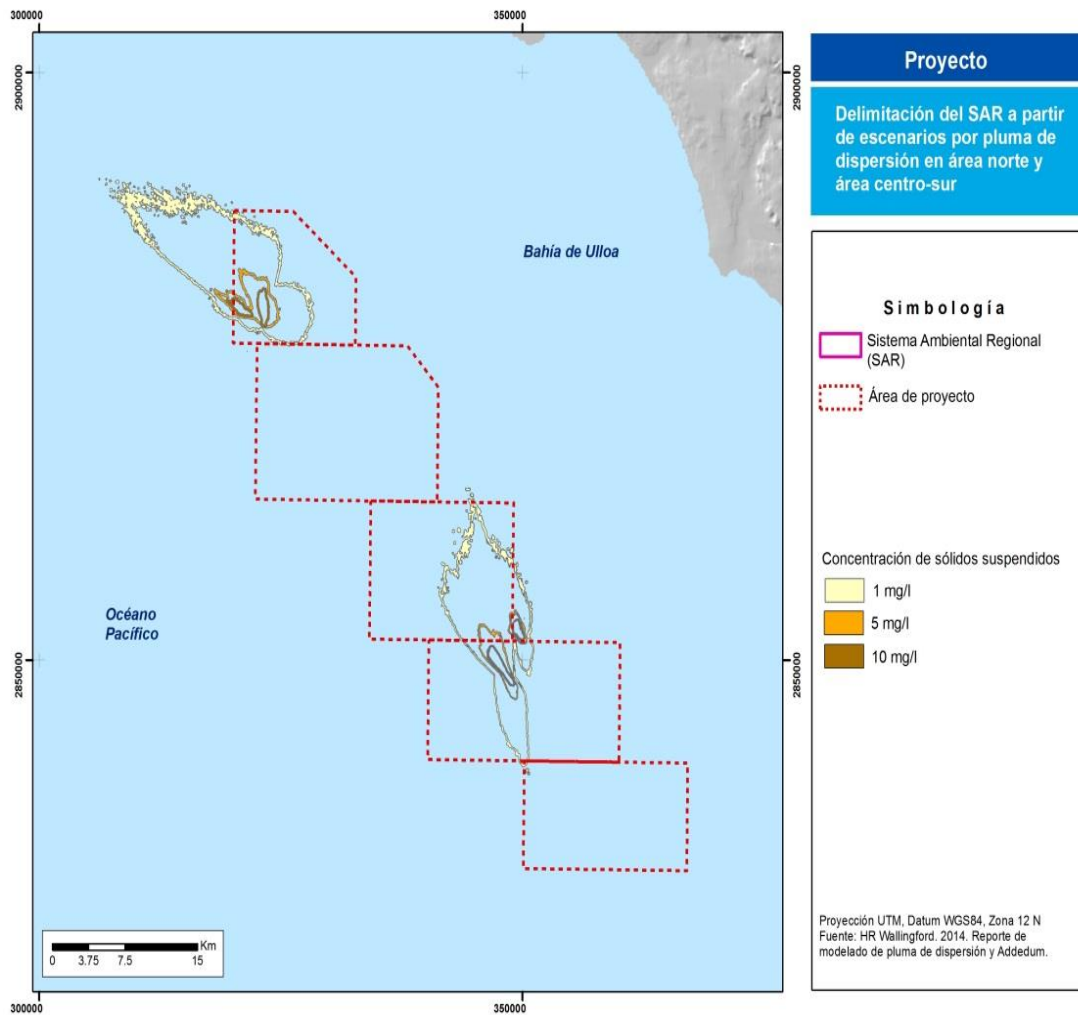


Figura IV.3. Delimitación del SAR a partir de la pluma de dispersión.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

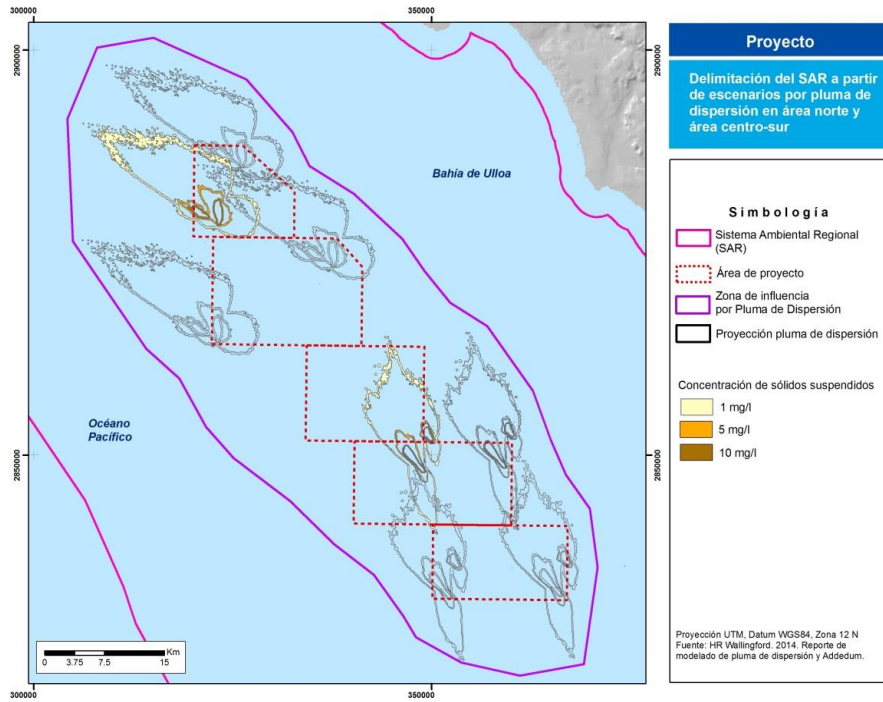


Figura IV. 4. Proyección de la pluma de dispersión en el área norte y centro-sur y delimitación de la zona de influencia.

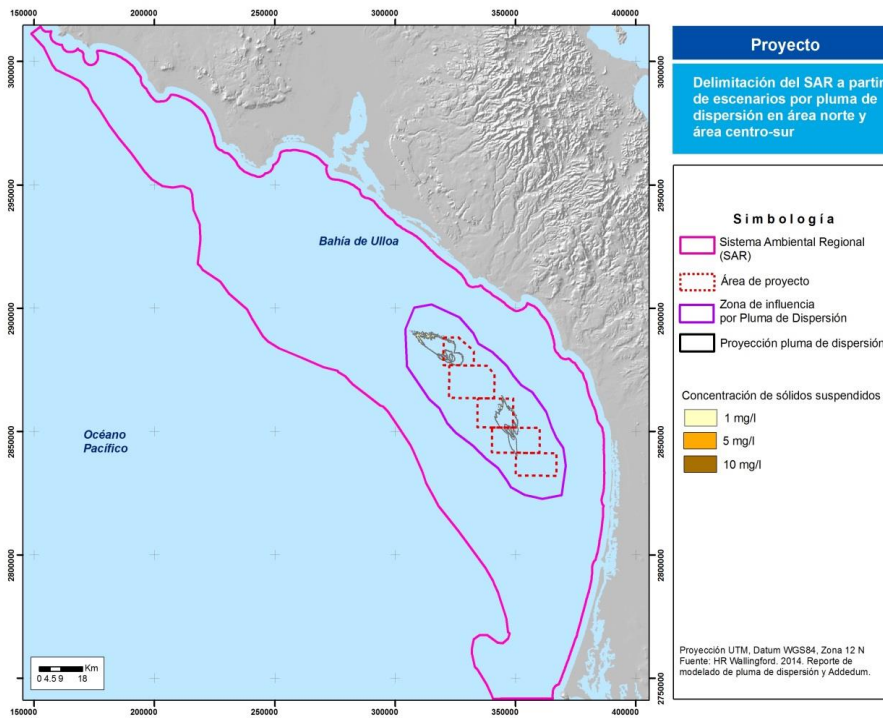


Figura IV. 5. Delimitación de la pluma de dispersión y delimitación del SAR.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

- El modelado de sonido (Anexo 10). Los resultados retomados para la delimitación del SAR son de aquellas especies cuyas respuestas conductuales a los sonidos de no pulsación fuesen de los de mayor extensión, lo que garantiza que las respuestas del resto de las especies quedan incluidas dentro de esa misma área de afectación. Asimismo, cabe señalar que los modelos de respuesta conductual se definieron para tres profundidades: cerca del fondo marino, en la profundidad media en la columna de agua, y cerca de la superficie.

De esta manera, se retomaron los perímetros de respuesta conductual potencial para las siguientes especies en las siguientes profundidades, resultando las de mayor extensión para dos áreas: área norte (área 1) y área centro-sur (área 4)

Área Norte (área 1)

- ❖ Ballena gris en la profundidad media de la columna de agua frente a una propagación de sonido de 500 Hz.
- ❖ Ballena gris cerca del fondo (fondo marino) frente a una propagación de sonido de 1000 Hz.
- ❖ Ballena jorobada en la profundidad media de la columna de agua frente a una propagación de sonido de 500 Hz.

Área centro-sur (área 4)

- ❖ Ballena gris en la profundidad media de la columna de agua, durante el invierno, frente a una propagación de sonido de 250 Hz.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

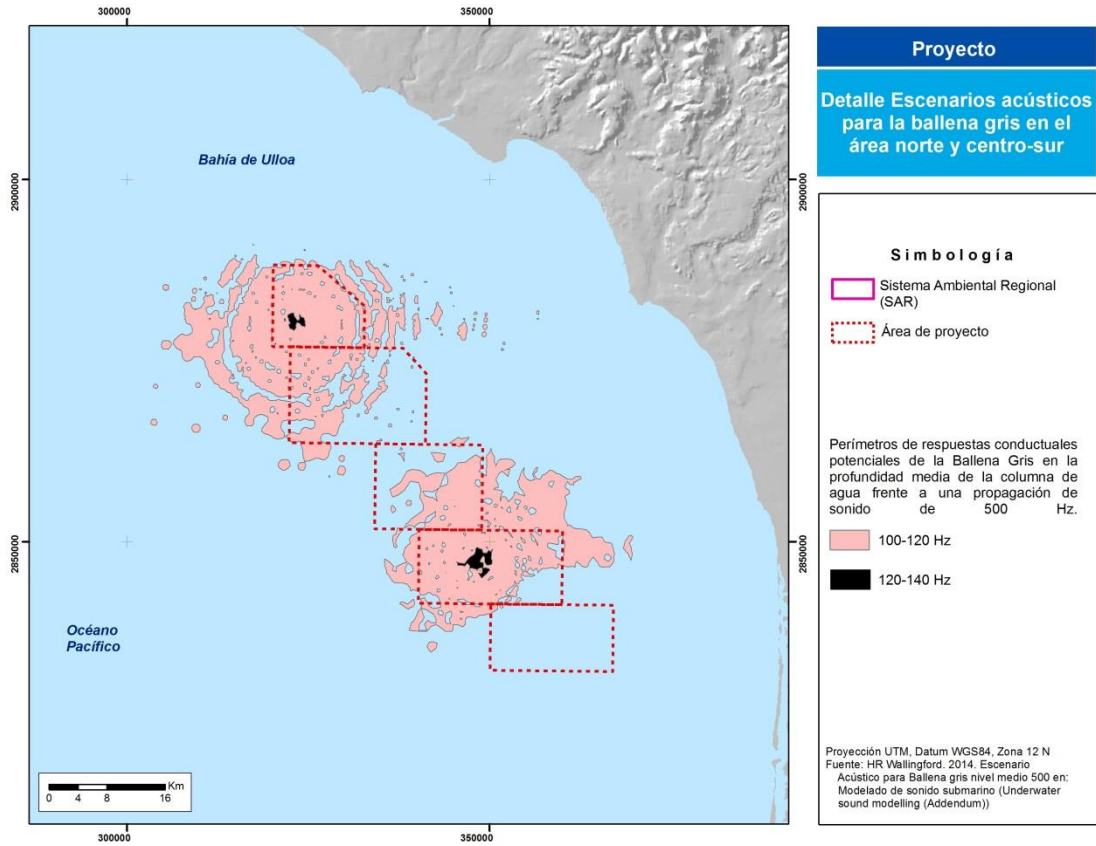


Figura IV.6. Delimitación de perímetros de respuestas conductuales en el área norte y centro-sur.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

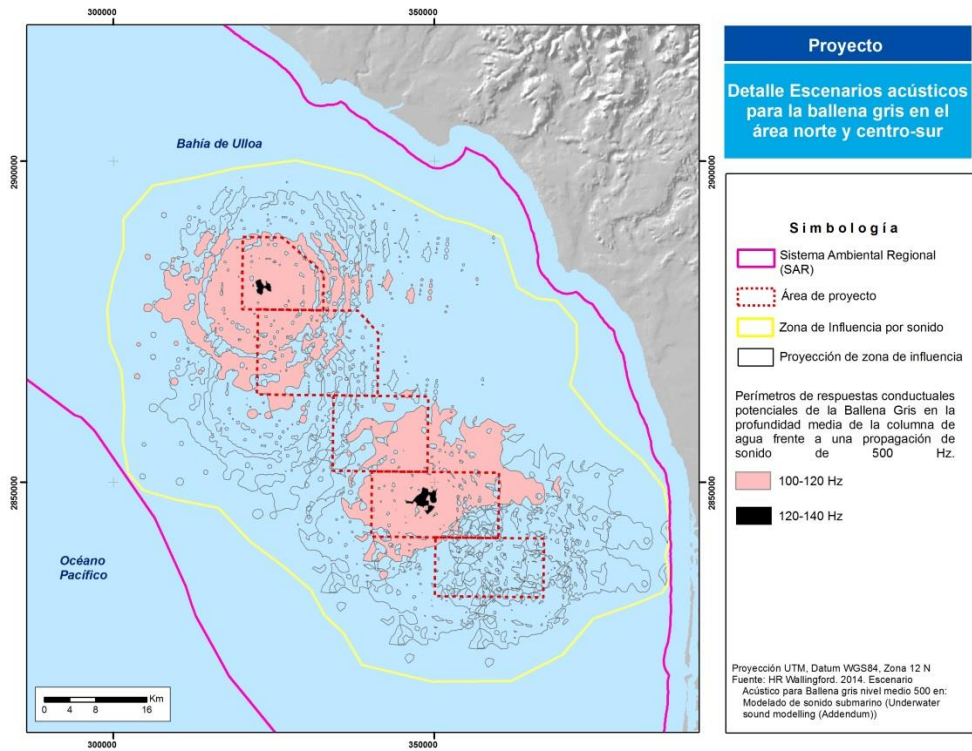


Figura IV.7. Proyección de los perímetros de respuesta conductuales en el área norte y centro-sur y delimitación de la zona de influencia.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

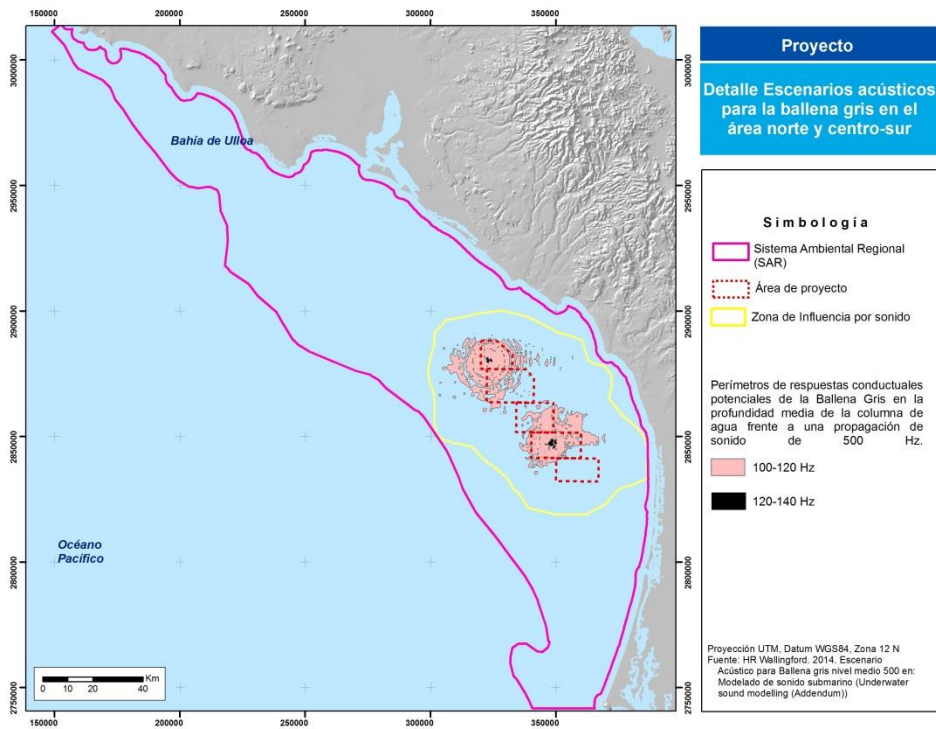


Figura IV.8. Delimitación de la zona de influencia por perímetros conductuales y delimitación del SAR.

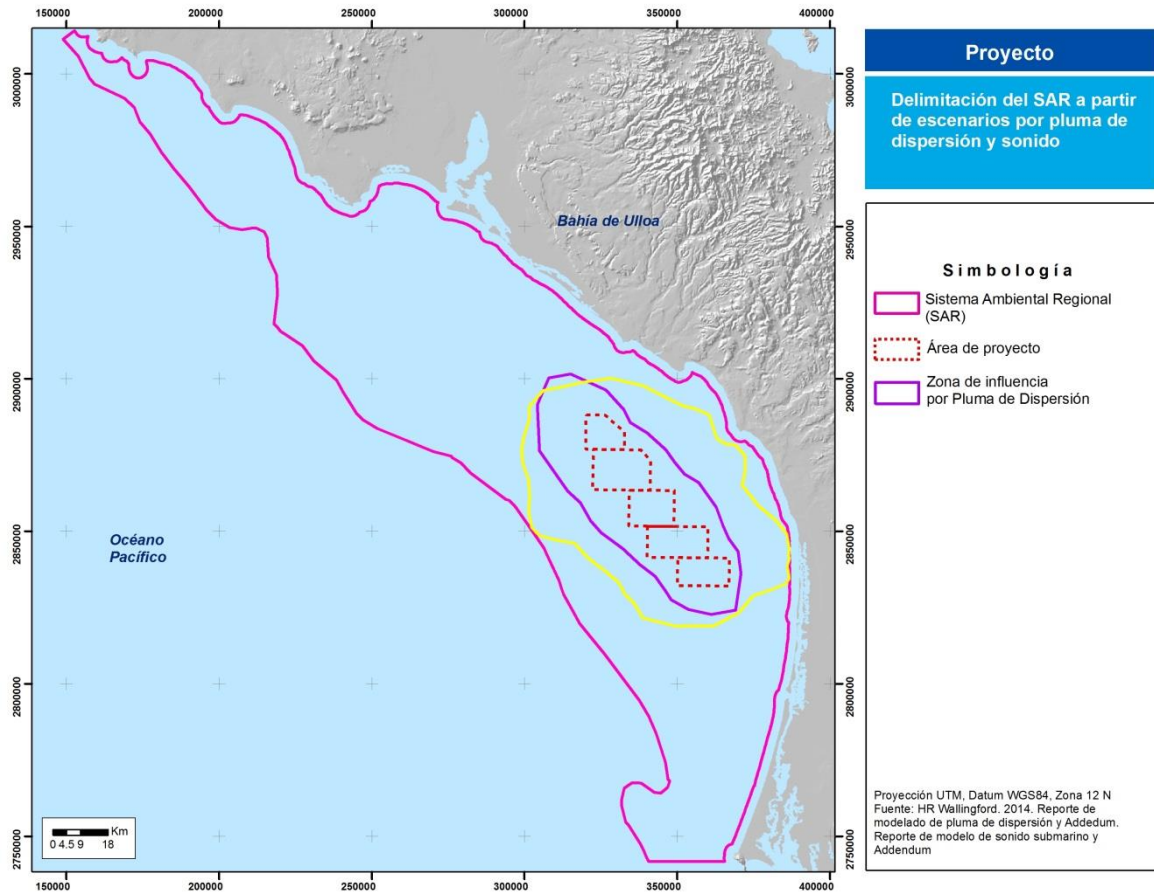


Figura IV.9. Delimitación del SAR a partir de proyección de pluma de dispersión y sonido (respuestas conductuales)

Resumiendo lo anterior, los criterios considerados para delimitar el SAR fueron los siguientes: a) comportamiento hidrodinámico; b) batimetría; c) biotopos; d) pluma de dispersión; y e) ruido submarino, criterios con los cuales se estableció el siguiente SAR que tiene una superficie aproximada de 1, 773,747.61 ha.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

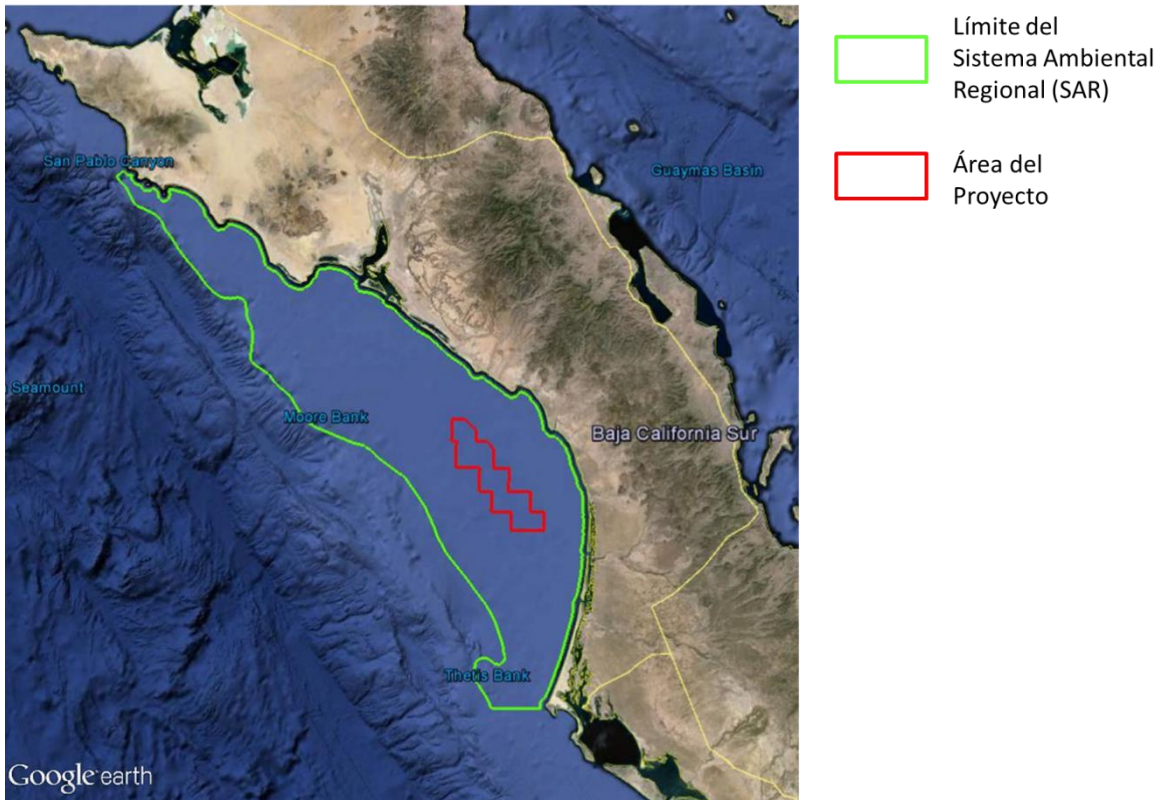


Figura IV. 10. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.

IV.2. Procesos ecosistémicos (definición y procesos ecosistémicos relevantes a nivel SAR)

Para llevar a cabo la caracterización ambiental del SAR, se consideró primero el funcionamiento abiótico que se define para el SAR a partir de la interacción atmósfera-océano.

A partir de este primer análisis, se identificaron los procesos interface que a su vez establecen las condiciones para el funcionamiento biótico.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

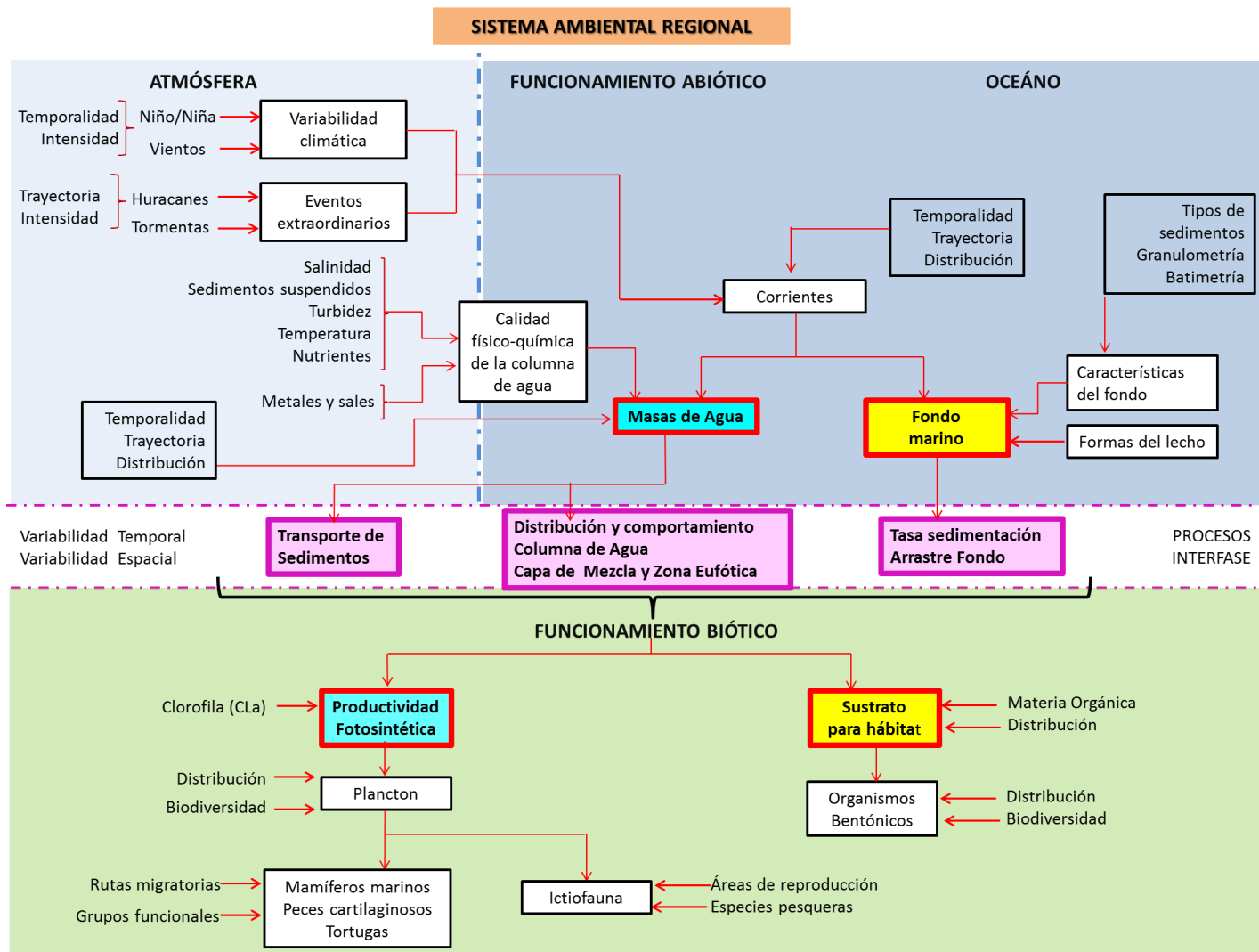


Figura IV. 21. Esquema de funcionamiento ecosistémico propuesto para el SAR.

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

La caracterización del SAR se ha documentado con base en la literatura especializada de la región, haciendo énfasis en los procesos y componentes ambientales relevantes por la naturaleza del proyecto en las diferentes escalas de aproximación. Una de las fuentes de documentación más importantes lo constituyen el conjunto de artículos científicos, tesis de maestría y doctorado, así como de capítulos de libros donde se han publicado los avances en investigación para esta región del país.

Los primeros en estudiar sistemáticamente y de manera interdisciplinaria la zona de la costa de las Californias, fueron los integrantes de las Cooperativas Pesqueras de California en EUA mediante el programa CALCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations); la red de estaciones de este programa se muestra en la Figura siguiente. En este programa se estudiaban, de manera conjunta entre México y los EUA, las condiciones ambientales que afectaban los organismos marinos de interés económico-pesquero de los dos países. A principios de los ochentas, el programa conjunto dejó de operar bajo la idea de que cada país participante desarrollara sus propias estrategias de observación.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

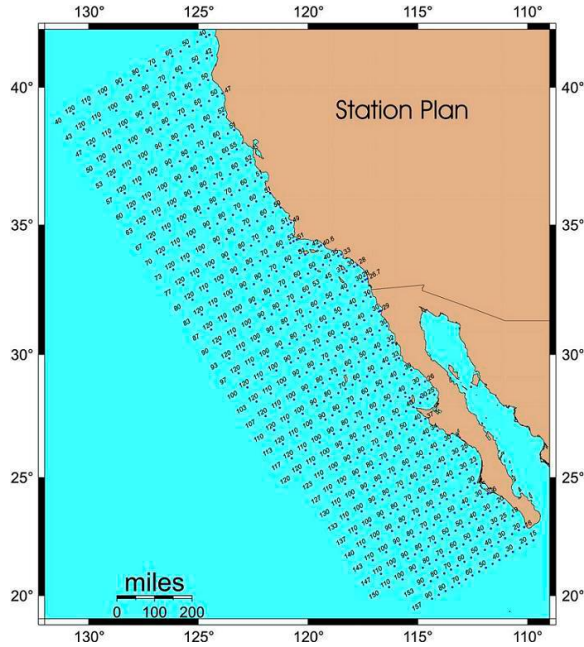


Figura IV. 32. Red de estaciones del programa CALCOFI.

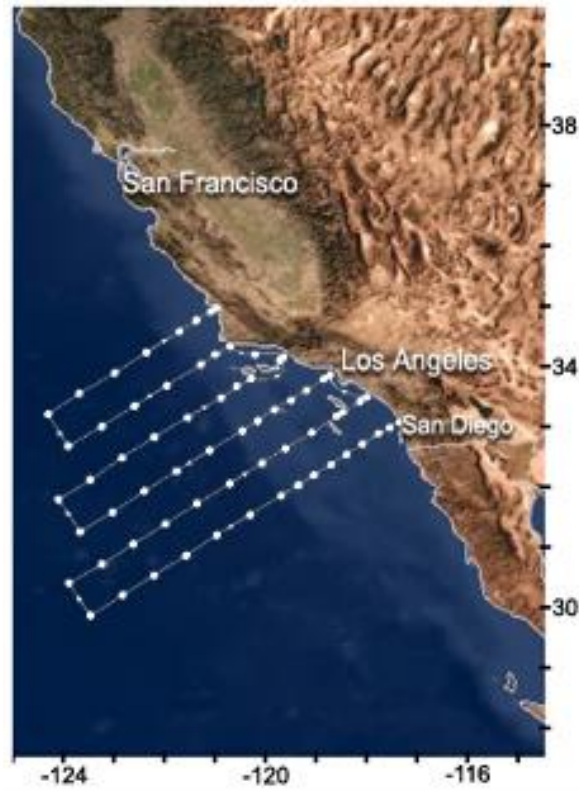


Figura IV. 43. Red de estaciones actual del programa CALCOFI.

A finales de los ochentas, Arenas Fuentes (2012) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, propuso un programa nacional de observatorios oceanográficos. El proyecto incluyó entre otras áreas el Océano Pacífico cubriendo el Golfo de California; adicionalmente se estableció una subárea que incluyó sólo la parte del Océano Pacífico mexicano asociado a la costa de Baja California y el Golfo de California. Esta propuesta dio origen al programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California, cuyas siglas son IMECOCAL, al que en la actualidad le dan seguimiento varias instituciones (Gaxiola-Castro y Durazo, 2010). La red de estaciones seguidas por IMECOCAL.

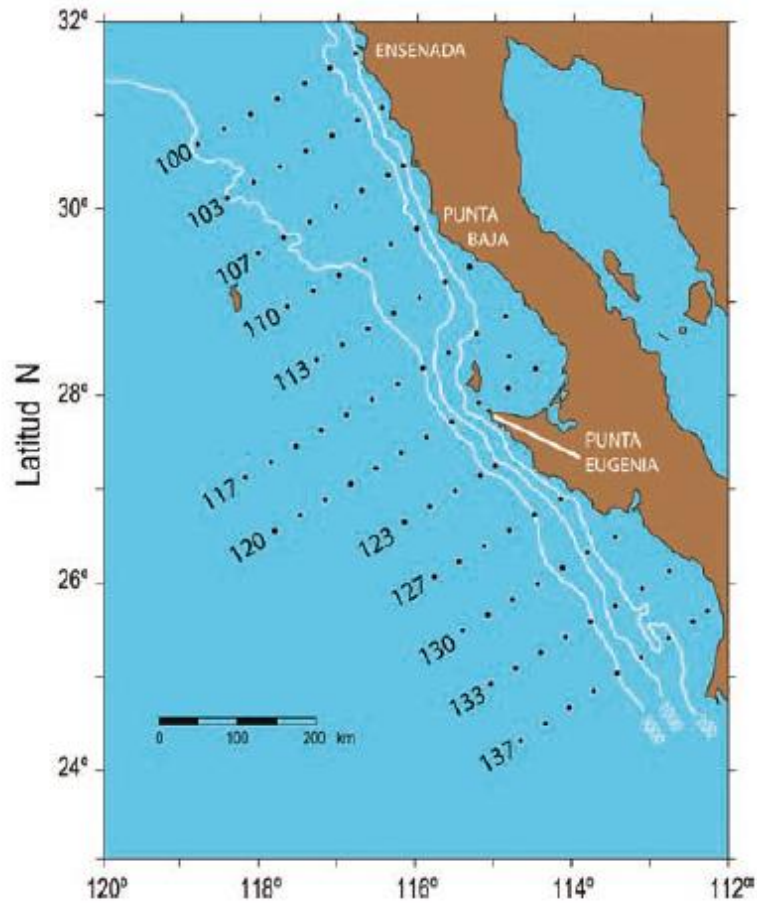


Figura IV. 54. Red de estaciones del programa IMECOCAL (Tomado de Gaxiola-Castro y Durazo, 2010).

En la red de estaciones IMECOCAL se puede ver que las líneas de muestreo 123 a 137 cubren la región de la Bahía de Ulloa. La información obtenida durante las campañas IMECOCAL fue importante para la delimitación del SAR. Otra fuente de información importante que se consultó fueron las tesis desarrolladas en el CICIMAR de La Paz. En dichas tesis, se resumen las investigaciones realizadas por estudiantes e investigadores del CICIMAR, las cuales tocan todo un espectro de temas que van desde la estructura geológica de la bahía hasta la distribución y abundancia de especies de interés comercial, pasando por las características del fitoplancton y zooplancton más abundante en la región.

IV.3.1. Regiones Prioritarias CONABIO

- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las regiones terrestres prioritarias cercanas al SAR se encuentran en límite costero de la Bahía de Ulloa y son: **RTP-5 EL Vizcaíno – El Barril** al norte, y **RTP-3 Planicies de Magdalena** al sur.

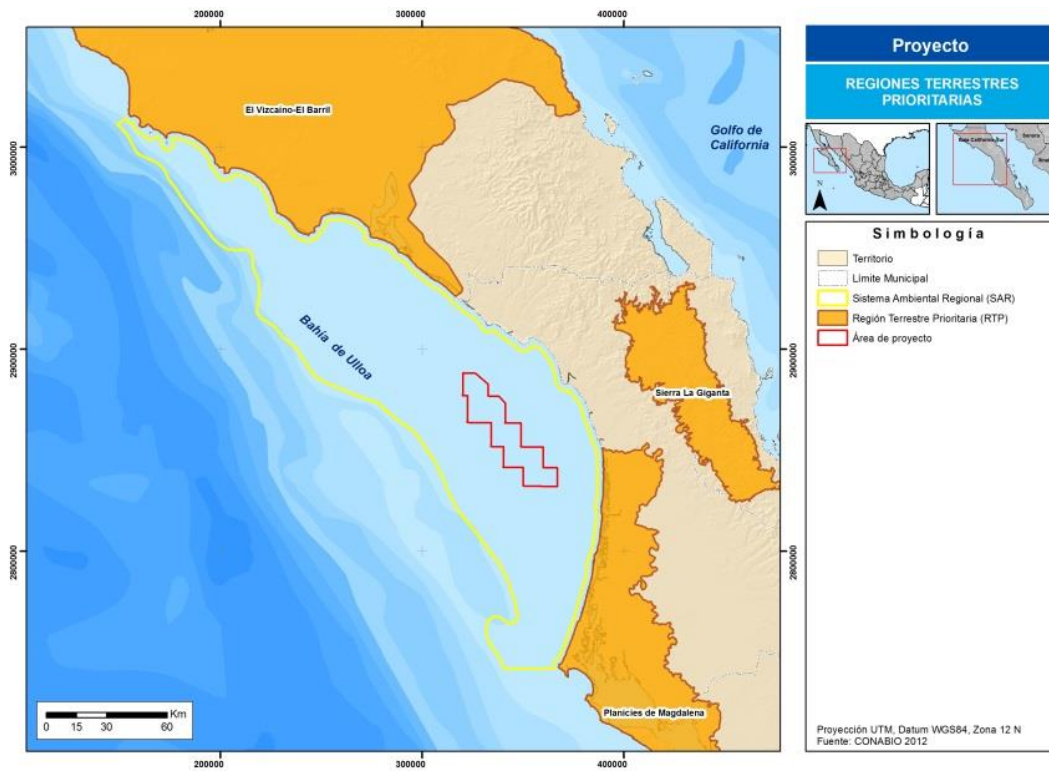


Figura IV. 65. Ubicación del Sistema Ambiental Regional y Área de proyecto con respecto a las RTP.

Debido a que estas zonas tienen como objetivo principal conservar zonas con alta biodiversidad terrestre así como su riqueza ecosistémica, el proyecto no tendrá ninguna interacción con las RTP, ya que la naturaleza del proyecto es meramente marino.

- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las regiones hidrológicas prioritarias cercanas al SAR se encuentran en el límite costero de la Bahía de Ulloa y son: **RHP-4 Sierra de San Francisquito –Oasis San Ignacio** al norte, **RHP- 6 La Purísima** al este, y **RHP-7 Bahía Magdalena** al sur.

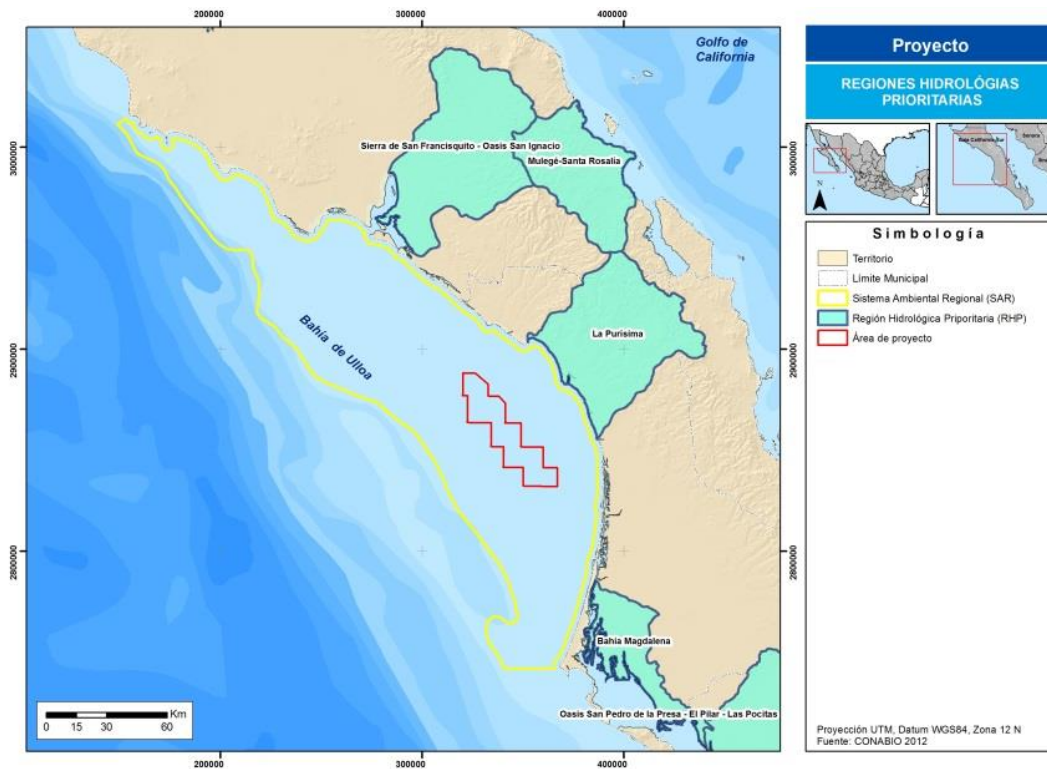


Figura IV. 76. Ubicación del Sistema Ambiental Regional y Área de proyecto con respecto a las RHP

Aunque estas zonas tienen una descarga en la Bahía de Ulloa, no se tiene interacción alguna con el SAR o con el área del proyecto debido a que las RHP tienen como objetivo principal conservar y diagnosticar las principales subcuencas y sistemas acuáticos en la plataforma continental, mientras que el proyecto tiene como objetivo la extracción de material del fondo del mar.

- Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

Las áreas de importancia para la conservación de Aves que se encuentran dentro del SAR son la **AICA no-07 Isla San Roque** y **AICA no-08 Isla Asunción**, las dos ubicadas al noreste del SAR, a **178 km** y **202 km**, respectivamente, del área del proyecto.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

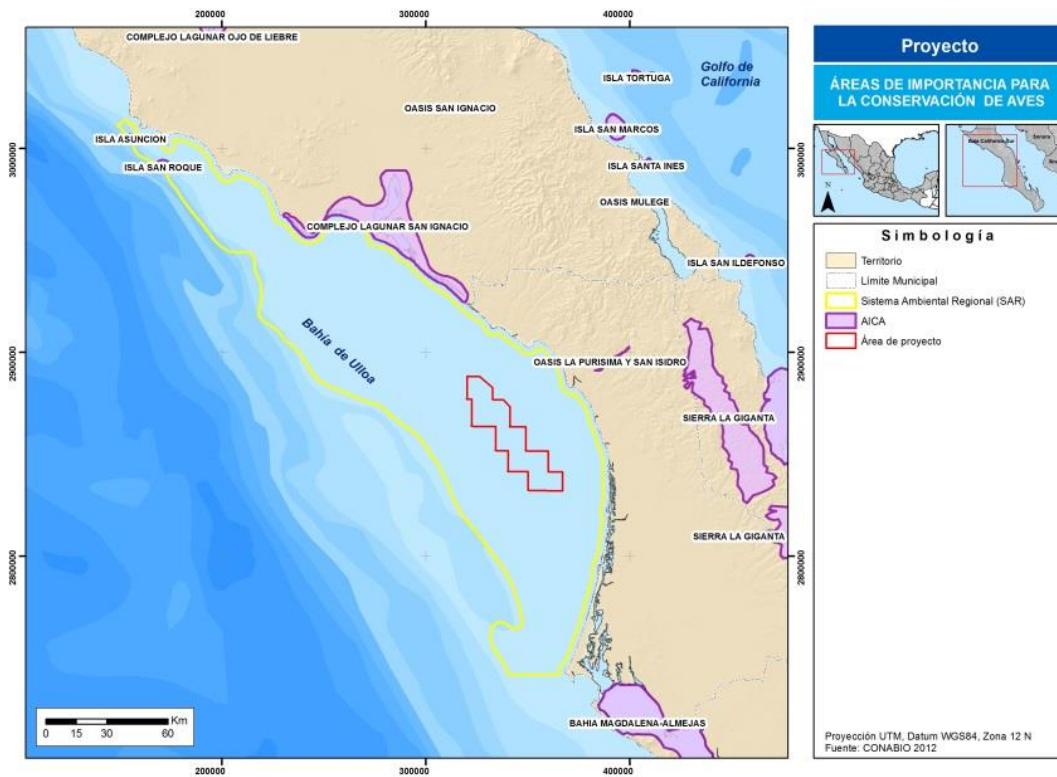


Figura IV. 87. Ubicación del Sistema Ambiental Regional y Área de proyecto con respecto a las AICA's.

Considerando las características del proyecto, se considera que éste no tendrá ninguna interacción directa con las AICAs, ya que la naturaleza del proyecto es meramente del fondo marino.

- Regiones Marinas Prioritarias

Con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias, a nivel SAR se presentan dos regiones: **RMP 3. San Ignacio** y **RMP 4. Bahía de Magdalena**.

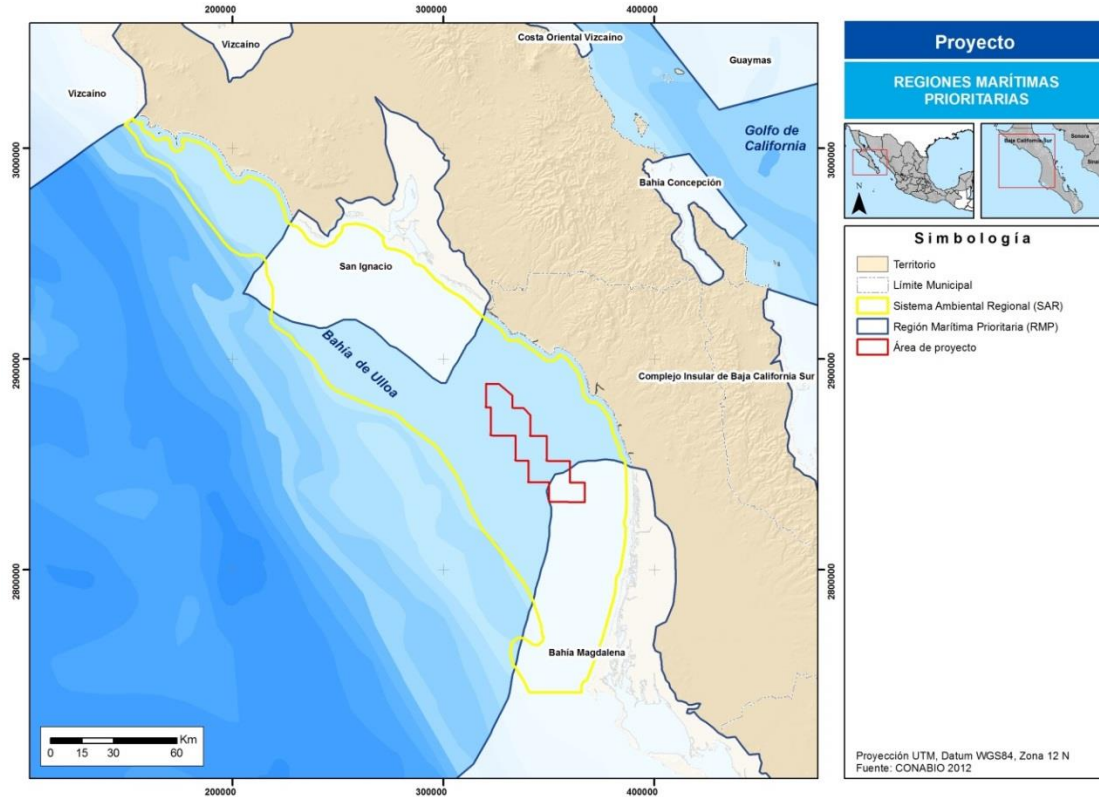


Figura IV. 189. Regiones Marinas Prioritarias dentro del SAR del proyecto.

RMP 3. San Ignacio

La Región Marina Prioritaria 3. San Ignacio se localiza dentro del Estado de Baja California Sur, dentro de las coordenadas Latitud $27^{\circ}18'36''$ a $26^{\circ}4'48''$ y Longitud $114^{\circ}1'48''$ a $112^{\circ}46'48''$.

Uno de los principales ecosistemas de esta **RMP 3. San Ignacio** es La Laguna de San Ignacio, la cual se localiza aproximadamente a 100 km al sureste de Punta Eugenia en la costa del Pacífico de la península de Baja California Sur.

La región de la cabeza de la laguna está compuesta de extensos salitrales, mientras que su boca se comunica con el Océano Pacífico, específicamente con la región costera conocida como Bahía Ballenas. Bahía Ballenas es un ambiente costero expuesto, donde las condiciones oceanográficas presentes son típicas de las regiones de Corrientes de Frontera Este de latitudes medias. La atmósfera juega un papel preponderante en forzar la circulación costera, donde los vientos provienen persistentemente desde el noroeste con magnitudes significantes, particularmente durante la primavera y el verano. Este régimen de viento prevalece a lo largo de toda la costa del noroeste de América y se reconoce como responsable de generar una circulación de surgencias en las aguas costeras.

De acuerdo con CONABIO, la **RMP 3. San Ignacio** se mantiene en buen estado con excepción de algunas obras costeras. Se tiene presión sobre el abulón, langostas y escama, hay **perros ¿?** introducidos, y daños al ambiente por embarcaciones turísticas y de transporte. Adicionalmente, se presenta tráfico ilegal de tortugas marinas.

Aunque el SAR del proyecto se emplaza dentro de la RMP 3. San Ignacio, el proyecto no tiene incidencia en ésta, por lo que no tendrá ninguna injerencia dentro de esta Región Marina Prioritaria.

Asimismo, se estima que los impactos ambientales generados por el proyecto sean a una escala puntual, y no se pretenden desarrollar actividades de aprovechamiento vinculadas a esta región marina prioritaria.

RMP 4. Bahía Magdalena

La Región Marina Prioritaria denominada Bahía Magdalena se localiza en el Estado de Baja California Sur en las coordenadas Latitud 25°47'24" a 23°43'48" y una Longitud 112°55'48" a 111°21'36".

La Bahía Magdalena es un sitio importante como zona de alimentación para cuatro especies de tortugas marinas en peligro de extinción, y a su vez es zona de reproducción para la ballena gris. En la Isla Santa Margarita, anida la colonia más norteña de tijeretas (*Fregata magnificens*), así como la colonia de pelícanos cafés, además de albergar la colonia de lobos marinos de California (*Zalophus californianus*) más grande de la península.

Debido a esta biodiversidad, a finales de 1990's el complejo lagunar de Bahía Magdalena – Almejas fue incluido dentro de las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) para su conservación.

La Bahía de Magdalena se localiza en la confluencia de tres masas de agua, las del Pacífico Central, el Pacífico Tropical y la Corriente de California. Esta heterogeneidad ambiental favorece la presencia y el dominio de faunas de origen distinto en función de la presencia de aguas templadas o tropicales asociadas al predominio de una u otra masa de agua (fuente, copépodos).

La heterogeneidad ambiental de la Bahía Magdalena define la diversidad específica, ya que es durante la temporada de la primavera que la Corriente de California (CC) alcanza su máximo avance hacia el sur, lo que coincide con la dominancia de especies templadas (Palomares – García, 2011), tanto al exterior como al interior de la bahía. Es necesario recordar que es en esta época cuando ocurren los procesos máximos de surgencias estacionales y una ausencia de estructuras de mesoescala (giros anticiclónicos, meandros, surgencias, remolinos). Durante los meses de mayo, junio y julio es cuando se presentan también los mayores valores de productividad primaria asociados al periodo de surgencias estacionales.

En tanto que en la época cálida (verano – otoño), con el relajamiento de la Corriente de California (CC) y la mayor influencia de aguas de origen tropical, se observa un predominio de especies de copépodos tropicales. Es importante recordar que en el ambiente marino los copépodos ocupan un papel importante en las poblaciones que conforman el zooplancton,

pues es este grupo uno de los recursos de alimentación más importante para peces y crustáceos.

Por lo anterior, el comportamiento en términos de distribución de la fauna zooplanctónica, responde a la hidrodinámica y a la distribución de sedimentos. De forma complementaria, Gómez –Gutiérrez *et al.* (2001) menciona que los cambios en la estructura de la comunidad zooplanctónica en la porción profunda de Bahía Magdalena se relacionan estrechamente con la variabilidad estacional del ambiente, y en particular con la temperatura y el grado de estratificación de la columna de agua.

Sin embargo, aún bajo condiciones de un evento extraordinario como El Niño, la sucesión estacional de las especies de copépodos dominantes prevalece y representa el mayor cambio en términos de la estructura de la comunidad (Palomares – García & Gómez – Gutiérrez 1996, Palomares – García *et al.* 2003b).

Por lo anterior, y de acuerdo con los resultados expuestos por Gómez – Gutiérrez *et al.* (1999), se concluye que cada especie responde de forma distinta a los cambios diarios del ambiente, y esta conclusión la extienden de una escala diaria a una escala estacional.

Por ende, y considerando que el comportamiento de la fauna marina responde a una hidrodinámica que se ve fuertemente influenciada por los eventos de gran escala y mesoescala, es necesario resaltar que los impactos ambientales del proyecto serán de forma puntual y no afectarán estos procesos de gran escala y de mesoescala.

Cabe resaltar que de la totalidad de la superficie del proyecto, tan sólo el 20% de su superficie entra dentro de la zona norte de la **RMP 4. Bahía Magdalena.**

El proyecto puede incrementar la turbidez y los sólidos suspendidos en la columna de agua, generando con ello cambios directos sobre los organismos marinos presentes en el sitio del proyecto (ver Capítulo V).

Con esto se establece que los impactos ambientales serán de carácter puntual. Aunado a lo anterior, estudios del impacto en el fondo marino argumentan que las comunidades bentónicas que habitan sobre los sustratos arenosos tienen una alta capacidad de recolonización y de crecimiento de sus comunidades. Sin embargo, los sustratos rocosos tardan más tiempo en su recuperación. Se estima que el tiempo que tarda el fondo marino, bajo condiciones similares al área del proyecto, en recuperarse de un proceso de dragado es de 2 a 4 años (Newell, 2004). Ver la siguiente figura.

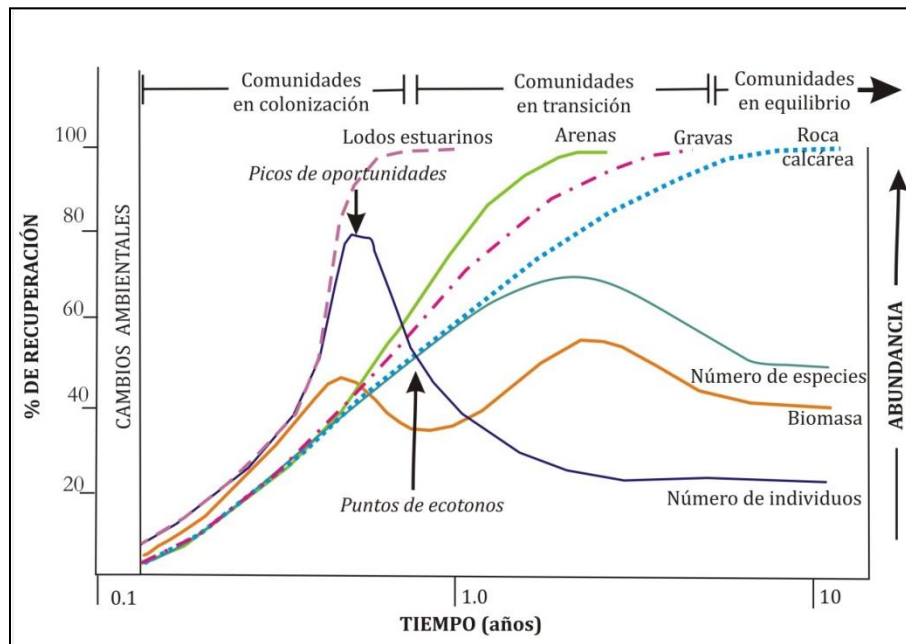


Figura IV. 1910. Capacidad de respuesta posterior al dragado en las comunidades bentónicas por tipo de sustrato. Fuente: Newell, (2004).

Se estima que el impacto en la composición y transporte de sedimentos, así como el incremento en la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua, serán de forma puntual.

Se desarrollarán, de forma complementaria, una serie de programas que darán atención a los impactos derivados del proyecto, entre los cuáles se pueden mencionar el Programa de Monitoreo de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino y el Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino (ver Capítulo VI).

Problemáticas Ambientales de la RMP 4. Bahía Magdalena

- ✿ Modificación del entorno: daño por embarcaciones.
- ✿ Contaminación: por aguas térmicas (termoeléctrica), residuales y residuos pesqueros.
- ✿ Uso de recursos: pesca y turismo incontrolados. Presión sobre las sardinas. Actividad cinegética sin estricta regulación, que afecta principalmente a las poblaciones de branta (*Branta bernicla*).
- ✿ Regulación: pesca ilegal; conflictos entre pescadores y falta de organización en la explotación de camarón, langosta y almeja catarina, lo que se traduce en depredación. Ecoturismo conflictivo (alto impacto), sobre todo el de avistamientos de ballena gris.

Tal y como se puede observar, las problemáticas en su mayoría están vinculadas con el aprovechamiento pesquero.

Las zonas pesqueras de la región contribuyen con más del 30% de la producción de México y por lo tanto, representan la mayor fuente de empleos para el Municipio de Comondú en Baja California Sur (CONABIO, 2012).

El Grupo Tortuguero de las Californias (GTC) afirma que el uso de las artes de pesca se ha dado de forma desregularizada, dando como resultado que los pescadores, con el interés de aumentar su producción individual, busquen otras prácticas y herramientas distintas, que en otros sitios han dado mayor efectividad para la captura de pesca, pero sin evaluar el efecto negativo que su uso puede traer a largo plazo en la abundancia de los mismos recursos pesqueros explotados (GTC-CONABIO, 2012). De acuerdo con GTC-CONABIO (2012), varios de los impactos a los recursos marinos de la zona, especialmente el daño a la tortuga *Caretta caretta*, se derivan de la discrecionalidad con la que se usan las artes de pesca, que implican un grado mayor o menor de ilegalidad en la actividad.

El proyecto propuesto no desarrollará ningún tipo de actividad vinculada con el aprovechamiento pesquero, ni de ninguna especie de fauna, por lo que el proyecto no pretende incidir en el aumento de esta problemática ambiental.

Sin embargo, y considerando que durante el proceso de dragado se pueden generar afectaciones sobre las especies de tortugas, de mamíferos marinos, así como de ictiofauna (incluyendo peces cartilagosos), se llevarán a cabo los Programas citados en el Capítulo VI, los cuales permitirán atender los distintos impactos ambientales.

Por otro lado, en la Bahía Magdalena el turismo incontrolado representa otra de las problemáticas ambientales, principalmente por los avistamientos de la ballena gris. La práctica del ecoturismo durante la temporada de reproducción del cetáceo, ha ocasionado un creciente tráfico de embarcaciones que posiblemente alteran el comportamiento y bienestar de estos animales.

Estudios acerca del impacto acústico sobre las especies de la ballena gris, argumentan que a corto plazo los efectos del tráfico de embarcaciones parecen afectar negativamente la reproducción (apareamiento y crianza) de estos organismos.

Se estima que la embarcación del proyecto implicará el impacto en la columna de agua por ruido, generada por las actividades de dragado. Dicho ruido será de forma constante, no intermitente y de baja frecuencia. Estudios indican que las frecuencias de sonido emitidas por diferentes barcos dragadores varían entre 160-180 dB $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2$. (Robinson *et al.*, 2011).

Por lo anterior, y con la finalidad de dar respuesta a este impacto ambiental, el proyecto propone implementar el Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino, con lo cual se pretende amortiguar los efectos negativos hacia las especies que se vean afectadas por el ruido de la embarcación.

IV.3.2. Medio Abiótico

IV.3.2.1. Atmósfera

IV.3.2.1.1. Variabilidad climática

En la última década han ocurrido una serie de cambios en las condiciones físicas dentro del Sistema de la Corriente de California (SCC por sus siglas). Se han reportado eventos como El Niño 1997–1998, y La Niña entre 1998 y 2002 (Durazo *et al.* 2001, Durazo y Baumgartner 2002, Venrick *et al.* 2003, Durazo 2009), así como el aporte de aguas menos salinas entre 2002 y 2006 (Bograd y Lynn 2003, Venrick *et al.* 2003, Durazo *et al.* 2005, Gómez- Valdés y Jerónimo 2009). En años recientes, se han observado eventos de El Niño y La Niña de corta duración (Goericke *et al.* 2007). Gran parte de la descripción de la variabilidad interanual asociada a estos eventos ha sido analizada para aguas del norte del SCC, entre California y Oregon.

Las observaciones de poco más de diez años realizadas por el proyecto IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California, el cual es un programa de monitoreo oceánico interinstitucional donde participan las siguientes instituciones académicas: CICESE, UABC, CICIMAR, CRIP-INP, CIBNOR, INE, UNAM, ITMAR, CETMAR y CONACYT, desarrollando investigación oceanográfica en el sector Sur de la Corriente de California) pueden por tanto servir para estudiar la forma en que los cambios registrados se han manifestado en el sistema oceánico frente a Baja California.

La toma de datos se realiza a partir de un conjunto de estaciones organizadas en transectos, los cuales fueron diseñados por el programa CALCOFI. Así, cada número identifica a cada transecto, mientras que los puntos representan las posiciones de las estaciones en cada crucero. De esta manera, los resultados se pueden referir a un transecto, o a un punto en un transecto, etc.

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

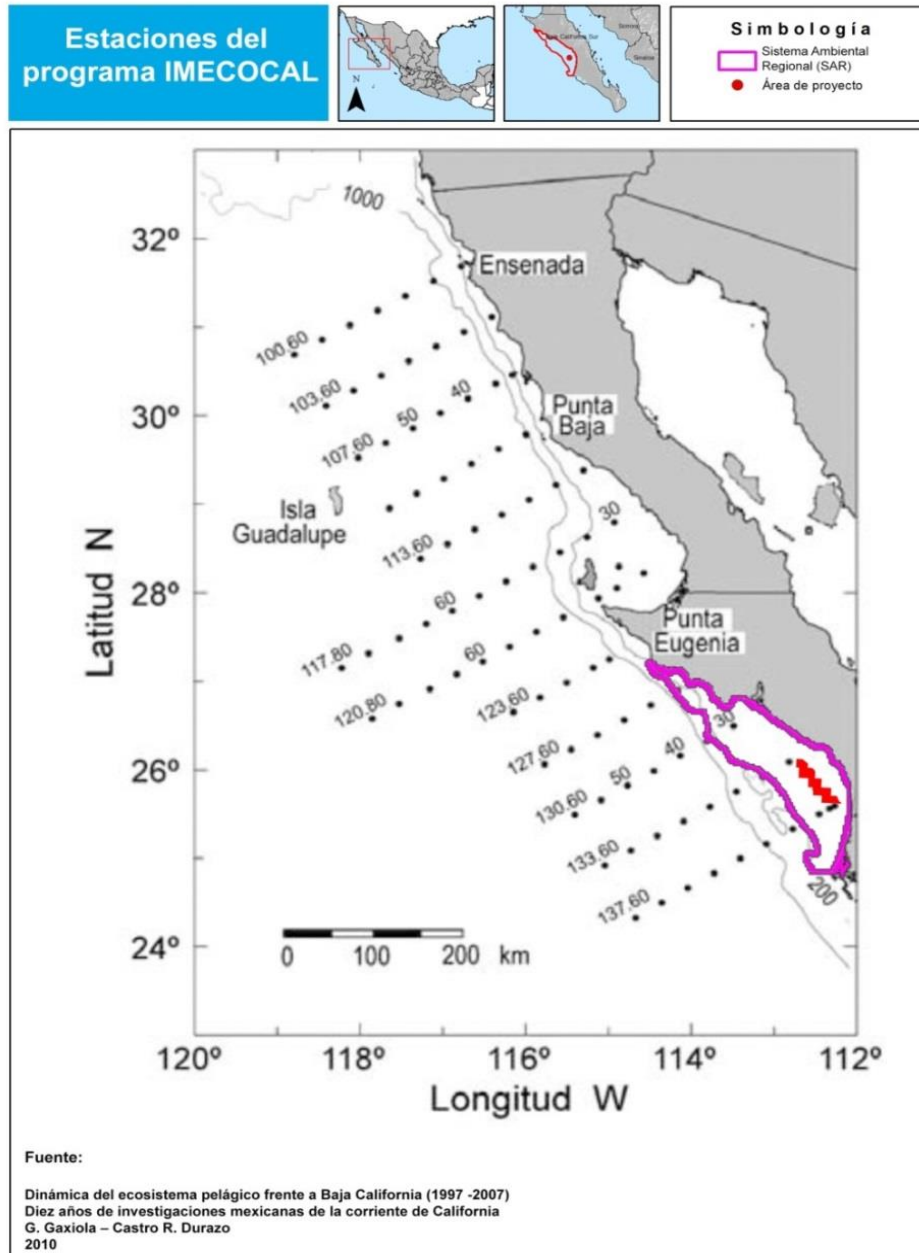


Figura IV. 110. Localización del SAR y las estaciones del programa IMECOCAL.

FUENTE: Durazo, R; Ramírez-Manguilar, et. al. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. **Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007.** México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

Las medias climatológicas estacionales de temperatura y salinidad se utilizaron para obtener las anomalías de estas variables para cada uno de los cruceros realizados por el IMECCAL.

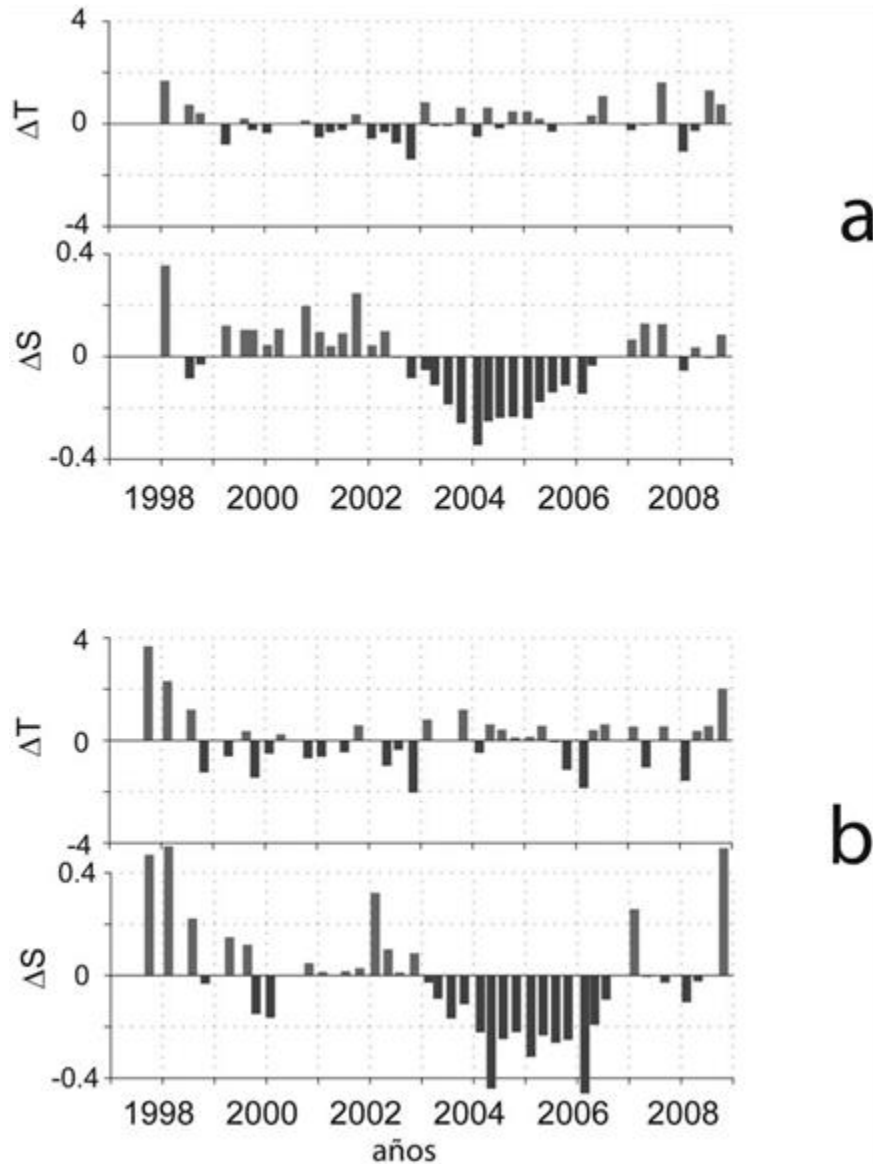


Figura IV.21. Variación temporal de las anomalías de temperatura (ΔT , °C) y salinidad (ΔS) a 10 m de profundidad. Cada barra representa el promedio de anomalías de las estaciones muestreadas en un crucero en: (a) región norte, líneas 103 y 107; y (b) región sur, líneas 127 y 130.

FUENTE: Durazo, R; Ramírez-Manguilar, et. al. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. **Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California** 1997-2007. México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

La figura IV.21, muestra los promedios regionales de anomalías de las variables temperatura y salinidad a 10 m de profundidad para todas las estaciones muestreadas en dos transectos de la región norte (líneas 103 y 107) y dos de la región sur (líneas 127 y 130). La magnitud de las anomalías durante el período 1997–2008, permite identificar cuatro etapas de variabilidad climática, especialmente en la variable salinidad, pues sus variaciones temporales tienen un carácter no estacional:

1. El Niño 1997–1998, caracterizado por aguas más salinas y cálidas entre 1997 y 1998
2. La Niña entre 1998 y finales del 2002 con $\Delta S \sim 0.1-0.2$;
3. Una etapa de relativa baja salinidad entre 2002 y 2006; y
4. Condiciones El Niño de 2006–2007, y La Niña de 2007–2008.

En concordancia con la diferenciación regional notada anteriormente, tanto la magnitud de las anomalías como el tiempo de ocurrencia muestran diferencias importantes entre las porciones norte y sur de la Península de Baja California (Contexto Suprarregional). De esta manera, es probable que los mayores efectos de señales cálidas y salinas provenientes del sur, tal como ocurrió durante El Niño 1997–1998, se manifiesten en un ambiente dominado por la influencia subártica, mientras que señales provenientes del norte tales como el evento de salinidad reducida entre 2002 y 2006, muestren sus mayores efectos en el ambiente tropical y subtropical de la región sur (figura IV.21b).

Con un estudio de los forzamientos atmosféricos en diferentes escalas temporales, Durazo (2009) analizó cuatro eventos de variabilidad interanual del período 1997–

2007. Sus resultados muestran que durante los eventos canónicos de El Niño (1997–1998 y 2006-2007), la advección de aguas de origen tropical y subtropical es la fuente principal de incremento de salinidad en la capa superficial.

Adicionalmente, mostró que en el período de baja salinidad entre 2002 y 2006, la advección anómala de aguas de la Corriente del Pacífico Norte a los 58°N y el bombeo de Ekman vertical debido a la intensificación del rotor del esfuerzo del viento, fueron las causas primordiales de la existencia de aguas menos salinas en la región del SCC.

Este autor concluyó que el efecto de fuerzas locales (i.e. la intensificación del viento a lo largo de la costa que produjo surgencias costeras más intensas que la media) fue una de las causas por las que el evento El Niño, a inicios de 2007, fue de corta duración, que son las mismas condiciones que favorecieron el desarrollo de La Niña a finales de 2007 y hasta 2008.

La propagación de señales de escala interanual y su respuesta diferencial entre las dos provincias del SCC tiene sin duda consecuencias biológicas de importancia, desde un desplazamiento de los hábitat de especies de zooplancton en respuesta a los cambios en las masas de agua presentes (Lavaniegos y Ohman 2003, Keister *et al.* 2005, Lavaniegos *et al.* 2010), hasta el desplazamiento y reemplazo de especies de interés comercial tales como la sardina de California (*Sardinops sagax*).

- **Vientos**

La dirección de vientos predominantes en la Bahía de Ulloa, donde se ubica el proyecto, es del noreste durante la mayor parte del año, con ligeras variaciones estacionales especialmente durante el fin del verano cuando se forman las tormentas tropicales y huracanes, y cuando se presentan eventos tipo Santana. Por otro lado, se observa en la costa una periodicidad en la dirección de los vientos tipo brisas inducidas por el calentamiento del continente durante el día, y el enfriamiento

durante la noche; este proceso es de frecuencia semidiurna y constante durante todo el año.

El análisis de vientos se realizó en dos etapas; primero se revisaron los datos del sistema de vientos geostróficos de QuikSCAT de los EUA, cuya resolución es de 25 km, para tener una representación de mesoescala, y posteriormente se efectuó el análisis de vientos de los resultados del modelo meteorológico del von Karman Institute, cuya resolución es de 50 m. Los resultados se muestran en la siguiente tabla. Se consideró un intervalo de 11 años, ya que este tiempo es el que se considera como estándar para evaluar procesos de variabilidad climática. Como se puede ver en las figuras IV-22-25, la mayor incidencia de los vientos es del noreste y norte.

Tabla IV. 1. **Distribución de frecuencias y dirección de vientos por clase de intensidad para la Bahía de Ulloa obtenidos con datos de 2000 a 2011.**

					Dirección		Vientos	(grados)		
	Intervalo de Clase	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
Promedio	0 - 2	5.68	3.7 2	1.9 2	1.70	1.7 9	1.75	2.32	4.18	23.06
En 10 min.										
De	2 - 4	18.5 7	3.8 0	0.9 1	1.15	1.5 1	1.78	4.85	11.3 2	43.89
La	4 - 6	12.1 3	0.5 0	0.2 1	0.26	0.6 0	0.41	1.66	10.8 0	26.57
Velocidad (m/s)	6 - 8	2.90	0.1 0	0.1 1	0.15	0.2 5	0.05	0.02	2.05	5.63
Del	8 - 10	0.31	0.0 3	0.0 3	0.08	0.1 7	0.01		0.10	0.73

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

					Dirección	de	Vientos	(grados)		
	Intervalo de Clase	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
Viento	10 - 12	0.01			0.03	0.05	0.01			0.10
A	12 - 14					0.01				0.01
10 m de	14 - 16					0.01				0.01
Altura	16 - 18									
	18 - 20									
	TOTAL	39.60	8.15	3.18	3.37	4.39	4.01	8.85	28.45	100.00

La mayor intensidad del viento se encuentra entre 14 y 16 m s⁻¹; esto es, entre 50.4 y 57.6 km h⁻¹. Esto indica que el oleaje local es de baja intensidad, predominando el oleaje lejano o Fetch procedente del Pacífico abierto (Díaz Méndez *et al.*, 2008)

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

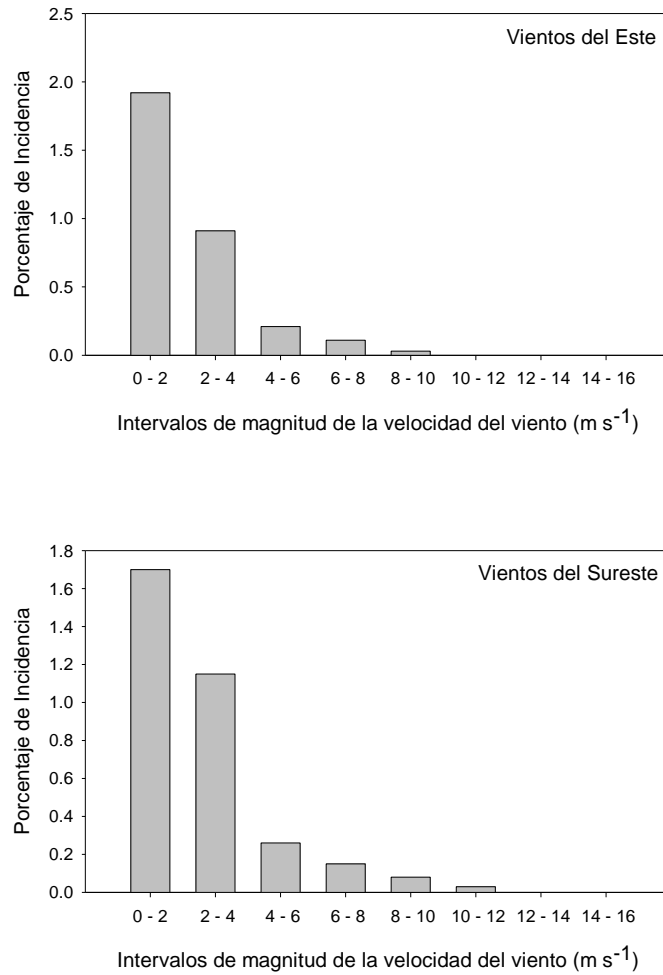


Figura IV. 122. **Porcentaje de la dirección de llegada de los vientos del este y del sureste sobre la Bahía de Ulloa, por intervalo de clase de magnitud del viento (m s⁻¹). Análisis efectuado con 11 años de datos (2000 – 2011).**

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

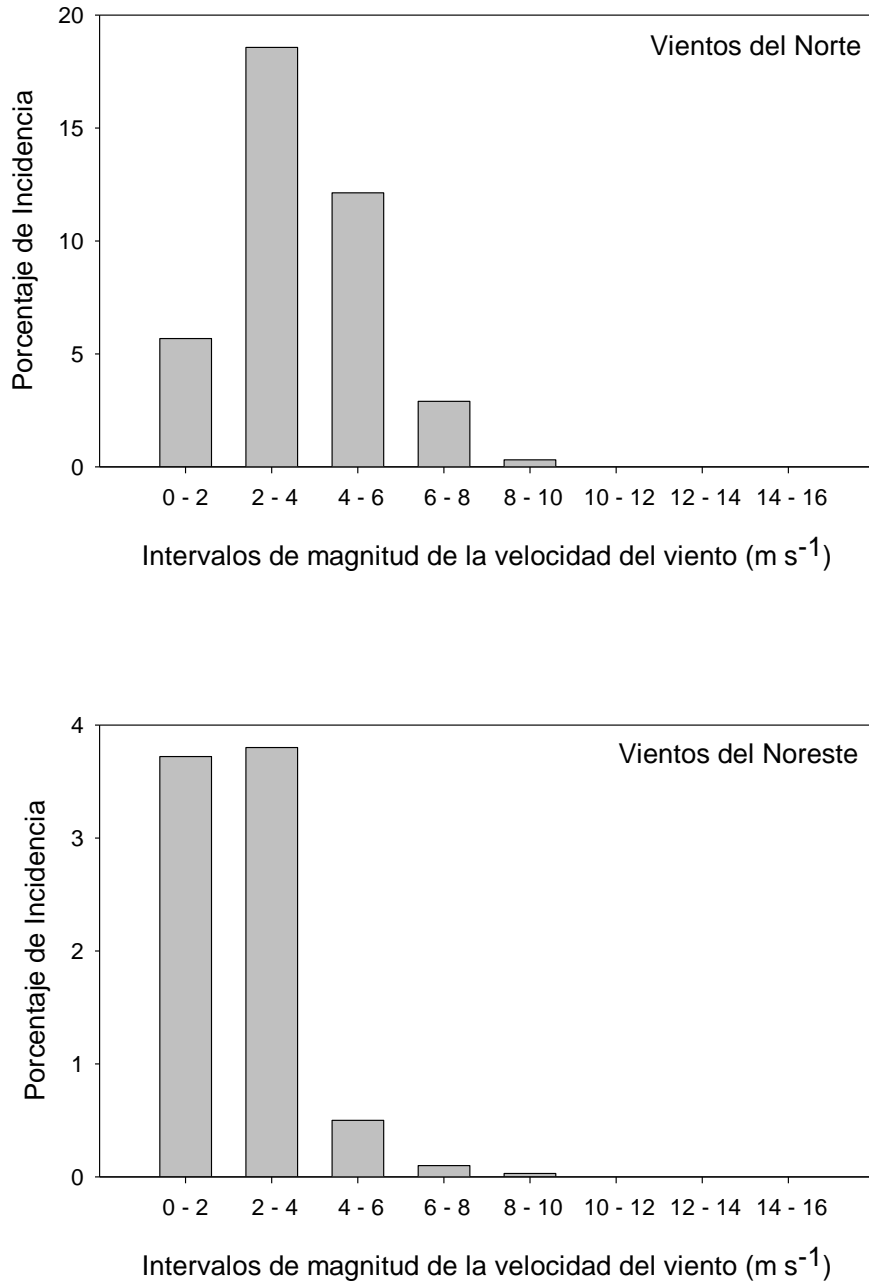


Figura IV. 133. **Porcentaje de la dirección de llegada de los vientos del norte y del noreste sobre la Bahía de Ulloa, por intervalo de clase de magnitud del viento (m s⁻¹). Análisis efectuado con 11 años de datos (2000 - 2011).**

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

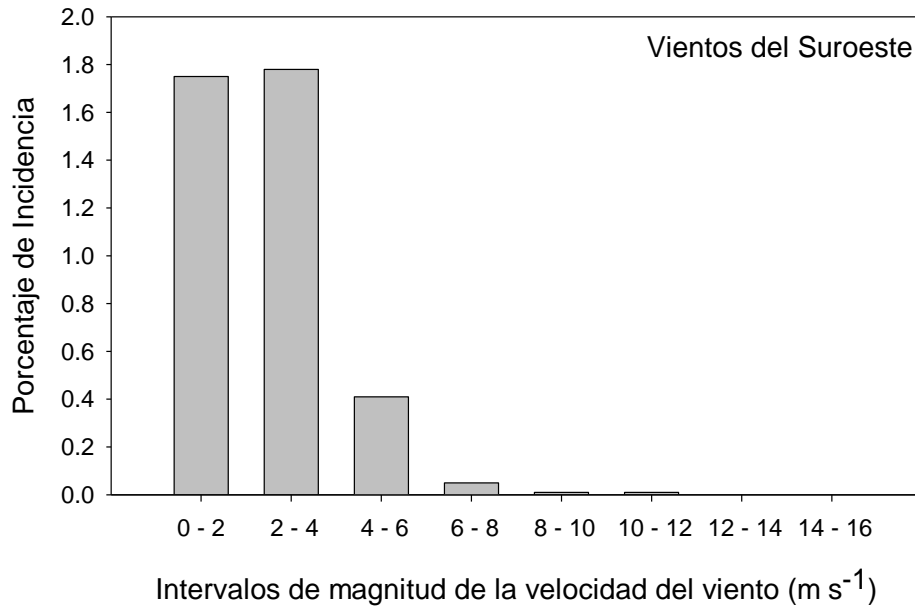
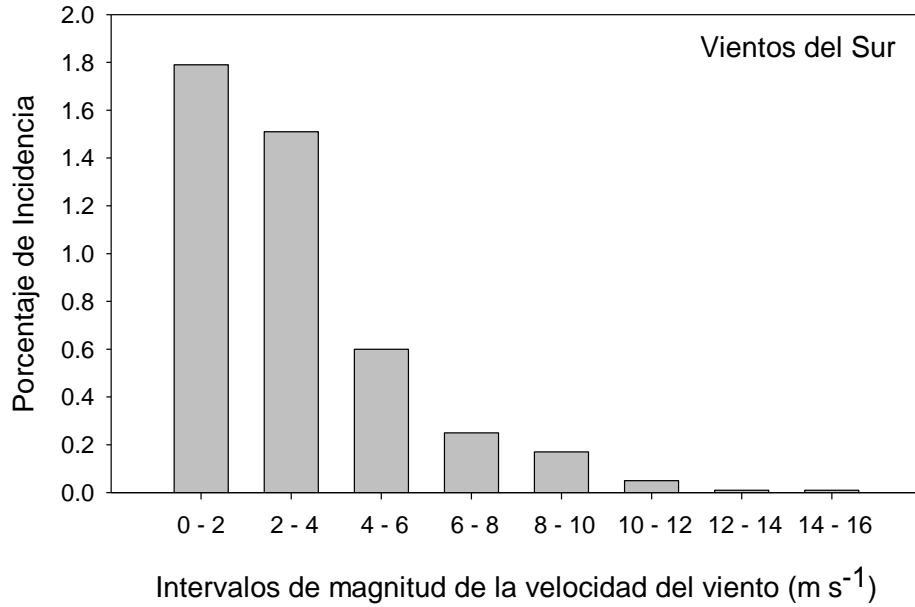


Figura IV. 144. **Porcentaje de la dirección de llegada de los vientos del sur y del suroeste sobre la Bahía de Ulloa, por intervalo de clase de magnitud del viento ($m s^{-1}$). Análisis efectuado con 11 años de datos (2000 – 2011).**

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

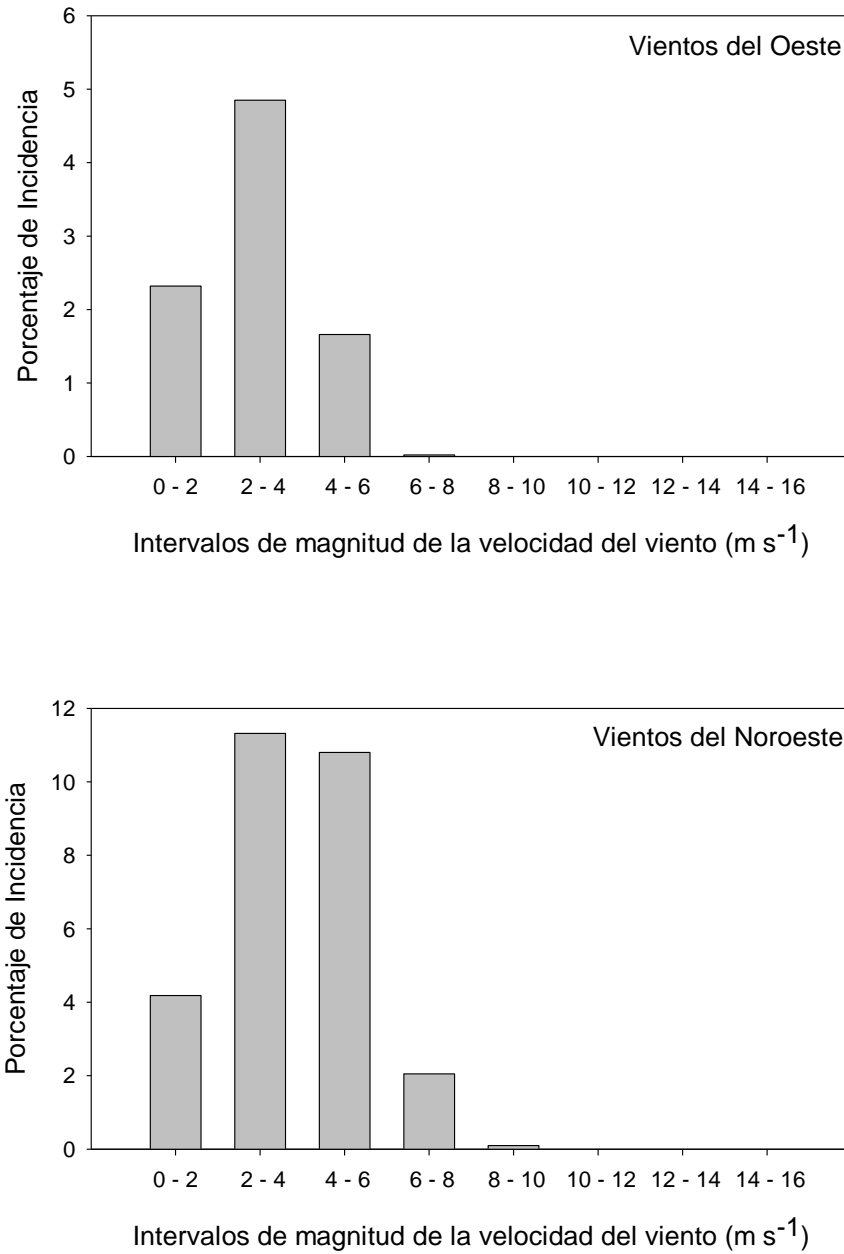


Figura IV. 155. **Porcentaje de la dirección de llegada de los vientos del oeste y del noroeste sobre la Bahía de Ulloa, por intervalo de clase de magnitud del viento (m s⁻¹). Análisis efectuado con 11 años de datos (2000 - 2011).**

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

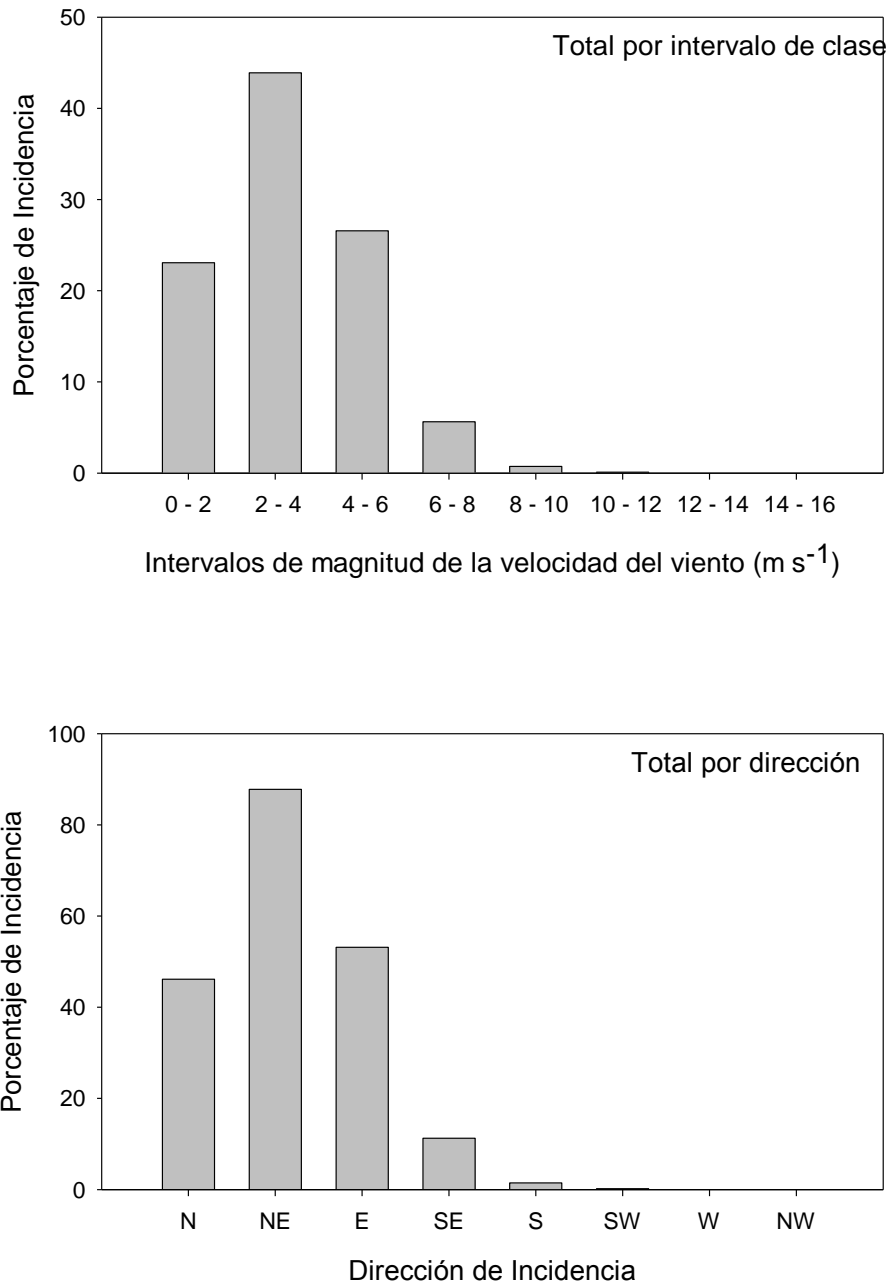


Figura IV. 166. **Porcentaje por intervalo de clase de magnitud (m s⁻¹) y de la dirección de llegada de los vientos sobre la Bahía de Ulloa. Análisis efectuado con 11 años de datos (2000 - 2011).**

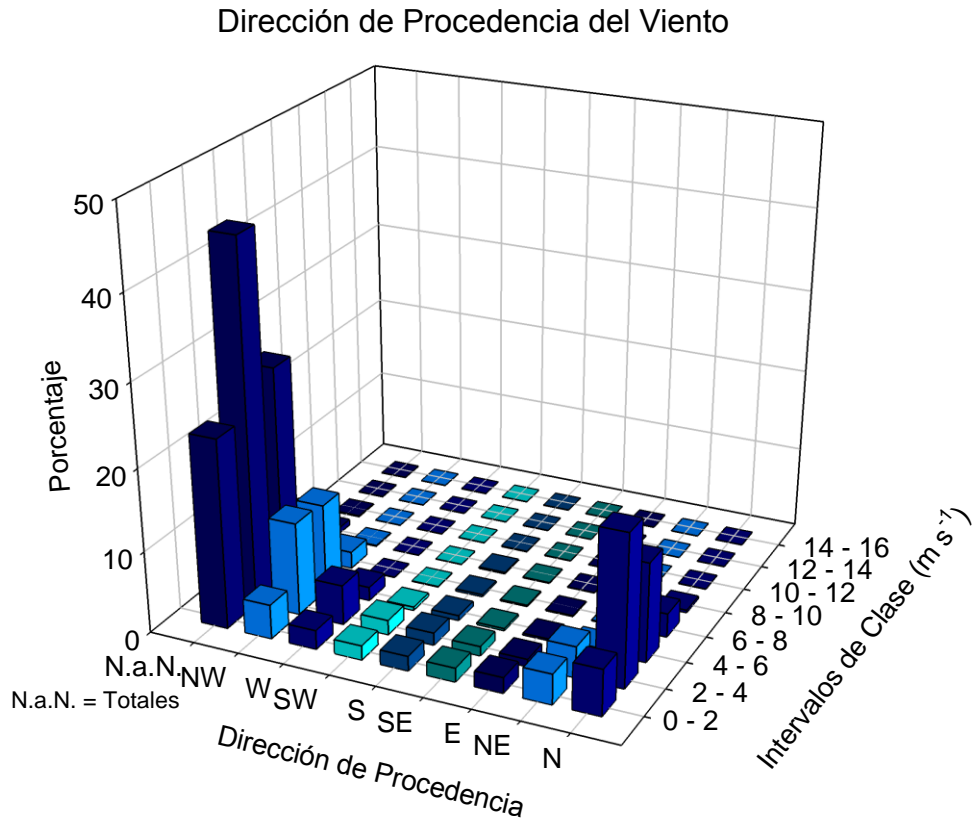


Figura IV.27. Comparación en porcentaje de la procedencia de los vientos por intervalo de clase de magnitud ($m s^{-1}$) y, de la dirección de llegada de los vientos sobre la Bahía de Ulloa. Análisis efectuado con 11 años de datos (2000 - 2011).

La distribución de vientos al chocar con la península de Vizcaíno produce una circulación ciclónica (figura IV.28.); cuando se relaja este patrón de vientos, se produce una respuesta anticiclónica ubicada en tierra, lo que ocasiona un arrastre de polvo que se deposita sobre la bahía (figura IV.29.) promoviendo la producción primaria. Este efecto es similar al observado sobre el desierto del Sahara pero a una escala mucho menor.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

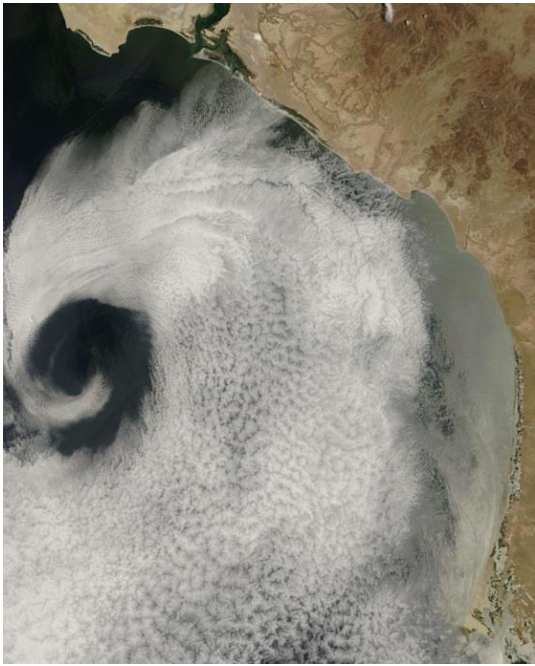


Figura IV.28. Formación ciclónica de nubes producidas por los vientos sobre la Bahía de Ulloa.

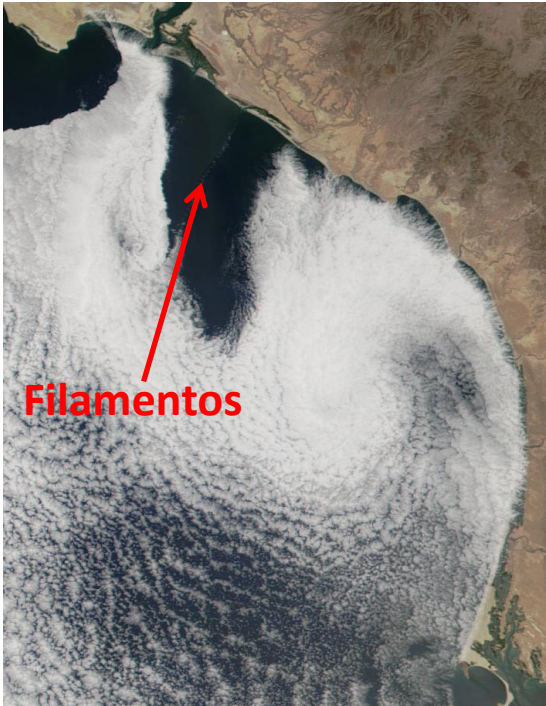


Figura IV. 29. **Filamentos de polvo inducidos por vientos tipo Santana que se depositan sobre la Bahía de Ulloa. En la figura de la derecha se observa una combinación de filamentos sobre una ventana atmosférica de un giro ciclónico.**

- **Caracterización de las variables hidrográficas a nivel Área de Referencia para el periodo 1997-2013.**

Durazo, R., Ramírez Manguilar, A. *et al.* (2010), en el capítulo “Climatología de variables hidrográficas”, describen la variabilidad climática a escala interanual y sugieren esquemas de circulación media en la Península de Baja California con base en los promedios climatológicos estacionales de temperatura y salinidad, giros geostróficos asociados.

El límite sureño del Sistema de la Corriente de California (SCC) se encuentra en la región oceánica frente a la costa occidental de la Península de Baja California. En esta región, el SCC presenta muchas de las características principales típicas de un sistema de circulación de frontera oriental; esto es, surgencias costeras. Estas surgencias costeras son resultado de una combinación de varios factores: vientos a lo largo de la costa; un flujo superficial predominante hacia el ecuador como respuesta al mecanismo forzante; y una contracorriente subsuperficial dirigida hacia el polo que fluye a lo largo del talud continental (aproximadamente entre los 200 y 400 m de profundidad).

Durazo, R. *et al.*, cita el trabajo de Roden (1971) para señalar que la región sureña del SCC se considera como una zona de transición, ya que cerca de la superficie confluyen la masa de Agua Subártica (ASA) transportada hacia el sur por el flujo de la Corriente de California (CC), así como el Agua Tropical Superficial (ATS) y el Agua Subtropical Superficial (AStS), las cuales provienen del sur y suroeste de la península (Ecuador) (Hickey 1998; Lynn y Simpson, 1987).

El flujo de la Contracorriente de California (CCC) hacia el polo acarrea Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESs) (Durazo y Baumgartner 2002) por debajo de la superficie entre los 100 y 400 metros de profundidad aproximadamente. A mayor profundidad (> 500 m) se encuentra agua que se hunde en el Pacífico norte, conocida como Agua Intermedia del Pacífico (AIP) (Talley 1993).

Las fronteras entre estas masas de agua cambian de posición en escalas temporales muy diversas, desde semanales hasta decadales. Los cambios en las fronteras y la mezcla resultante de su interacción establecen muchas de las condiciones que modulan la diversidad biológica y la variabilidad química en la región (Bograd y Lynn 2003, Gaxiola-Castro *et al.* 2008, Durazo 2009).

Los promedios climatológicos estacionales de las propiedades hidrográficas pueden aportar evidencias de diversos procesos físicos que modulan su distribución espacial. Así, los promedios estacionales de temperatura y salinidad a 10 m de profundidad muestran que las máximas temperaturas y salinidades ocurren en otoño, mientras que las mínimas se observan en primavera (Ver siguiente figura).

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

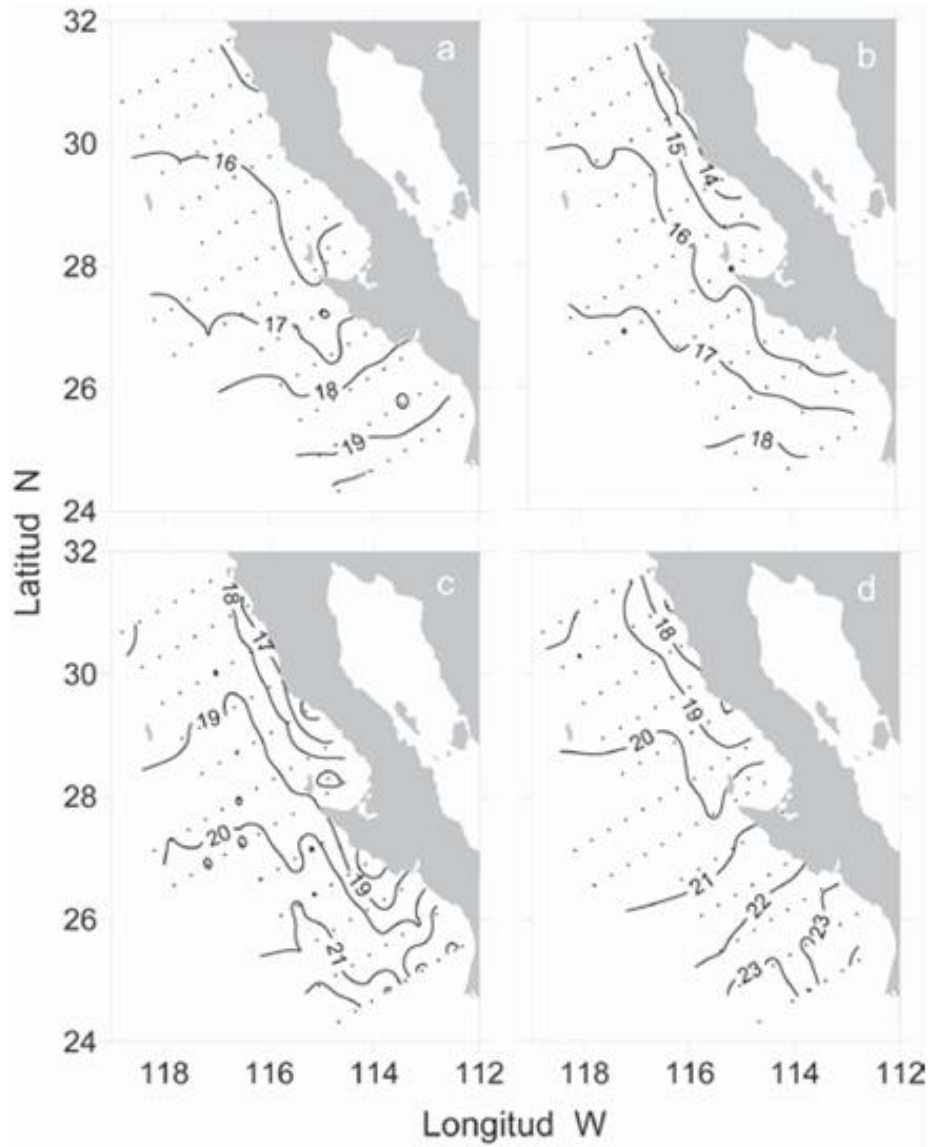


Figura IV. 170. Promedio climatológico estacional de temperatura (°C) a 10 m de profundidad. (a) Invierno, (b) primavera, (c) verano y (d) otoño. El intervalo de contornos es 1 °C.

FUENTE: Durazo, R; Ramírez-Manguilar, et. al. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. **Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007.** México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

En la región norte, la distribución superficial de temperatura muestra valores mínimos cerca de la costa, con isotermas orientadas paralelas a la península entre la

costa y 50–100 km mar adentro, y con una orientación perpendicular a la costa (E–W) en el océano profundo. Este patrón refleja la importancia de la surgencia costera en la porción oriental de los transectos, y la del calentamiento solar lejos de la costa.

Los mínimos relativos de temperatura cercanos a la costa se observan a lo largo del año y reflejan afloramientos de agua subsuperficial, con valores mínimos en abril, la época de surgencias más intensas.

En la región sur los mínimos costeros que indican afloramientos se observan sólo en primavera y verano al sur de Punta Eugenia. En esta misma región, el máximo gradiente zonal ocurre en verano.

La distribución superficial de salinidad en la región norte muestra aguas de la CC ($S < 33.5$) entre 50 y 100 km de la costa durante la primavera. Hacia el verano se observa que la lengüeta del mínimo de salinidad se ha desplazado hacia el oeste hasta unos ~100–200 km de la costa. Cerca de la costa la salinidad es relativamente mayor, $S \sim 33.6$, producto de agua subsuperficial que ha sido llevada a la superficie como resultado del bombeo de Ekman en la época de vientos intensos a lo largo de la costa en primavera (Pérez-Brunius *et al.* 2007).

Durante otoño e invierno el mínimo de salinidad se extiende en todo el dominio de la región norte. En todas las estaciones la influencia de ATS y AStS en la porción sur se distingue por la lengua de alta salinidad relativa cercana a la costa. Otro indicador de la presencia de AStS es el adelgazamiento del núcleo de la CC hacia la porción suroeste de la región de estudio, en donde se observan salinidades relativamente altas principalmente durante otoño e invierno.

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

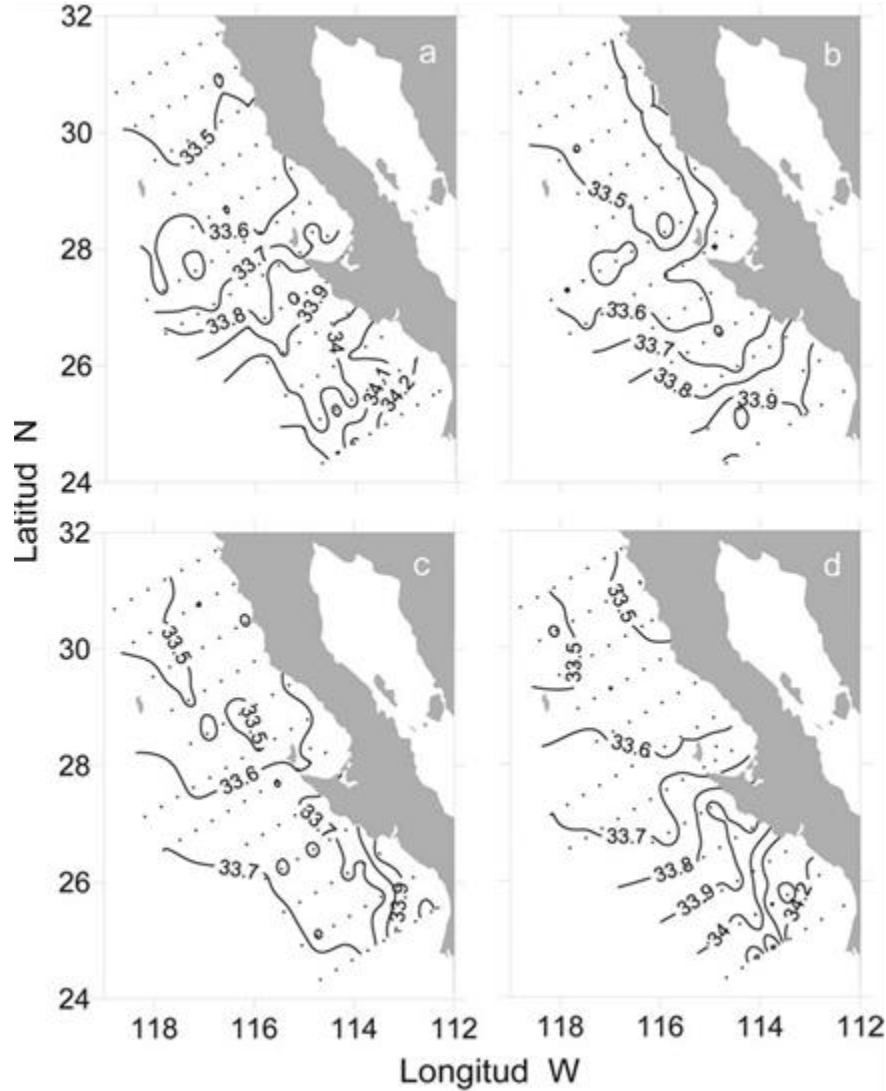


Figura IV. 181. Promedio climatológico estacional de salinidad a 10 m de profundidad. (a) Invierno, (b) primavera, (c) verano y (d) otoño. El intervalo de contornos es 0.1.

FUENTE: Durazo, R; Ramírez-Manguilar, et. al. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. **Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California** 1997-2007. México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

La tendencia de los contornos a surgir hacia la superficie en regiones cercanas a la costa, confirma la existencia de afloramientos costeros en la mayoría de las secciones monitoreadas por el IMECOCAL durante 11 años. La pendiente positiva de los

contornos de temperatura en la capa superior (Figura IV. 30.a) en todas las secciones, sugiere la ausencia de una contracorriente costera superficial. Este resultado, señala Durazo, *et. al.* que es consistente con las observaciones de Lynn y Simpson registradas en su trabajo publicado en 1987. Estos autores discuten además la posibilidad de la existencia de una contracorriente sobre la porción más costera, es decir fuera de la malla de muestreo y en el caso de que esta contracorriente superficial exista, su escala sea pequeña y su manifestación resulte enmascarada por la aproximación geostrófica. Debajo de 200 m de profundidad en la región norte (secciones 100 a 110), la aproximación geostrófica de una pendiente negativa en las isotermas (isopicnas) indica la existencia de un flujo hacia el polo asociado al talud continental (Figura IV.30.a). Mar adentro, la pendiente positiva de las isotermas a esas profundidades implica corrientes hacia el ecuador. Esta estructura en forma de domo determina la existencia de una circulación ciclónica en profundidad, y desaparece alrededor de la línea 113 (~29°N). Hacia la parte central de la región (líneas 117 y 120), la pendiente de las isotermas sobre el talud (200–400 m) es negativa, lo que indica la presencia de la CCC. Sobre la región sur (secciones 123 a 137), el domo aparece de nuevo hacia la línea 123. La pendiente costera negativa es máxima sobre la línea 130, por lo que una aproximación geostrófica indica que la CCC es más intensa en esta región.

Los promedios totales de salinidad en cada una de las secciones (Figura IV.31.b), muestran que el mínimo relativo de salinidad cerca de la superficie se encuentra localizado lejos de la costa en las líneas más al norte (100 a 103), y se acerca a la costa hacia la parte central de la región de estudio, alrededor de las líneas 110 y 113. Este desplazamiento del núcleo de la CC hacia la costa ha sido descrito previamente en relación con la bifurcación del Frente Ensenada (Chereskin y Trunnell 1996, Gay y Chereskin 2009), que define un ramal norte de la CC que fluye hacia el polo y forma el giro de la Cuenca del Sur de California, y un ramal sur que fluye hacia el sureste hasta alcanzar la costa cerca de Punta Baja (línea 100). El núcleo de salinidad mínima de la CC se transforma en una estructura subsuperficial hacia las líneas 117–120, y pasa de

ser una estructura superficial ($S \sim 33.4$) en la sección más norteña, a una cuña delgada de baja salinidad ($S \sim 33.7$) y mayor profundidad (60–70 m) en la sección al sur.

La pendiente positiva de las isohalinas (Figura IV.31.a) en la capa superficial de la columna de agua es similar a la mostrada por las isotermas, lo cual refleja el aporte de aguas relativamente más salinas hacia la superficie como producto de las surgencias costeras. La pendiente es positiva en todas las líneas y es máxima en la 107 y la 110.

En las porciones más profundas de cada línea, la CCC se caracteriza por un surgimiento de las isohalinas y valores de salinidad relativamente altos sobre el talud continental. En la región sur, la CCC se caracteriza por un máximo relativo de salinidad de ~ 34.5 cerca de la costa. Este máximo relativo coincide con la máxima pendiente negativa de las isotermas (Figura IV.30.a), por lo que pudiera estar asociado con un flujo más intenso de la CCC en estas latitudes.

En la distribución espacial de promedios estacionales mostrados en las Figuras IV.30. y IV.31, se observa que las regiones de surgencias costeras en la región norte presentan valores superficiales de 14°C y 33.5 de salinidad. Al sur de Punta Eugenia, los valores correspondientes son de 16°C y 33.8 de salinidad. Los promedios indican que la profundidad de donde provienen las aguas con estos valores, tanto para la región norte como para la región sur, es entre 70–100 m, lo que sugiere que la fuente de aguas recién emergidas durante eventos de surgencia proviene de la porción superior del agua que acarrea la CCC. Como lo discuten Gay y Chereskin (2009) para el sur de California, esto no necesariamente implica un afloramiento de la CCC que se vería reflejado en un flujo superficial hacia el polo a lo largo de la costa.

Así, a nivel del área de referencia, los resultados del análisis de los promedios climatológicos estacionales de temperatura y salinidad muestran que en la Península de Baja California se pueden identificar dos provincias con un comportamiento

distinto entre sí a partir de la Latitud 28°N en los alrededores de Punta Eugenia: provincias norte y sur.

En la provincia norte de Punta Eugenia, las aguas de origen subártico dominan la capa superior del océano (0 – 100 m de profundidad) durante todo el año, mientras que al sur se encontró influencia de agua tropical y subtropical durante verano y otoño. Los promedios estacionales de las variables muestran que en la región norte se presentan surgencias costeras a lo largo del año, con mayor intensidad durante la primavera, mientras que al sur las surgencias costeras ocurren principalmente durante primavera y verano.

Las anomalías regionales de temperatura y salinidad permitieron distinguir cuatro períodos de variabilidad interanual: El Niño 1997–1998, La Niña 1998–2002, influencia de agua subártica, y un período alterno de corta duración El Niño-La Niña entre 2007 y 2008.

En conclusión, la variabilidad termohalina responde principalmente a forzamientos de escala estacional.

IV.3.2.2. Océano

IV.3.2.2.1. Corrientes

- **Dinámica geostrofica a nivel Área de Referencia y SAR**

Durazo, R., Ramírez Manguilar, A. *et. al.* (2010) analizaron el conjunto de datos obtenidos por CALCOFI e IMECOCAL para calcular la anomalía geopotencial en cada una de las estaciones de la red IMECOCAL a lo largo de toda la Península de Baja California (Contexto Suprarregional). Debido a que la profundidad máxima de las hidrocalas realizadas por CALCOFI es de 500 m, éste se utilizó como nivel de referencia en los cálculos. Se obtuvieron las medias climatológicas de altura dinámica para cada una de las profundidades estándar entre la superficie y 500 m de profundidad. Los patrones de circulación en superficie y a 200 m se derivaron de los cálculos anteriores.

En la superficie (figura IV.32.), el flujo es en promedio hacia el ecuador y está modulado por la variabilidad estacional. Entre los patrones de circulación superficial se destacan dos giros o meandros anticiclónicos que están presentes en todas las estaciones del año, excepto en otoño. Una de estas estructuras es el meandro al sureste de Isla Guadalupe, más definido durante el verano; la otra estructura se aprecia hacia el suroeste de la región de estudio. Los gradientes horizontales de altura dinámica varían estacionalmente.

Durante la primavera, cuando los vientos de surgencia son más intensos (Hickey 1998, Pérez-Brunius *et al.* 2007) y las temperaturas superficiales son mínimas, la pendiente de la superficie del mar en la dirección costa-océano es máxima en la región norte.

En invierno el flujo hacia el sur es similar al de primavera, aunque con gradientes menores de elevación del mar. Hacia el verano y el otoño, los gradientes horizontales disminuyen y el flujo se caracteriza por meandros y estructuras de mesoescala. La mayor parte del serpenteo en el flujo está asociado con la mayor prominencia costera de la región: Punta Eugenia.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

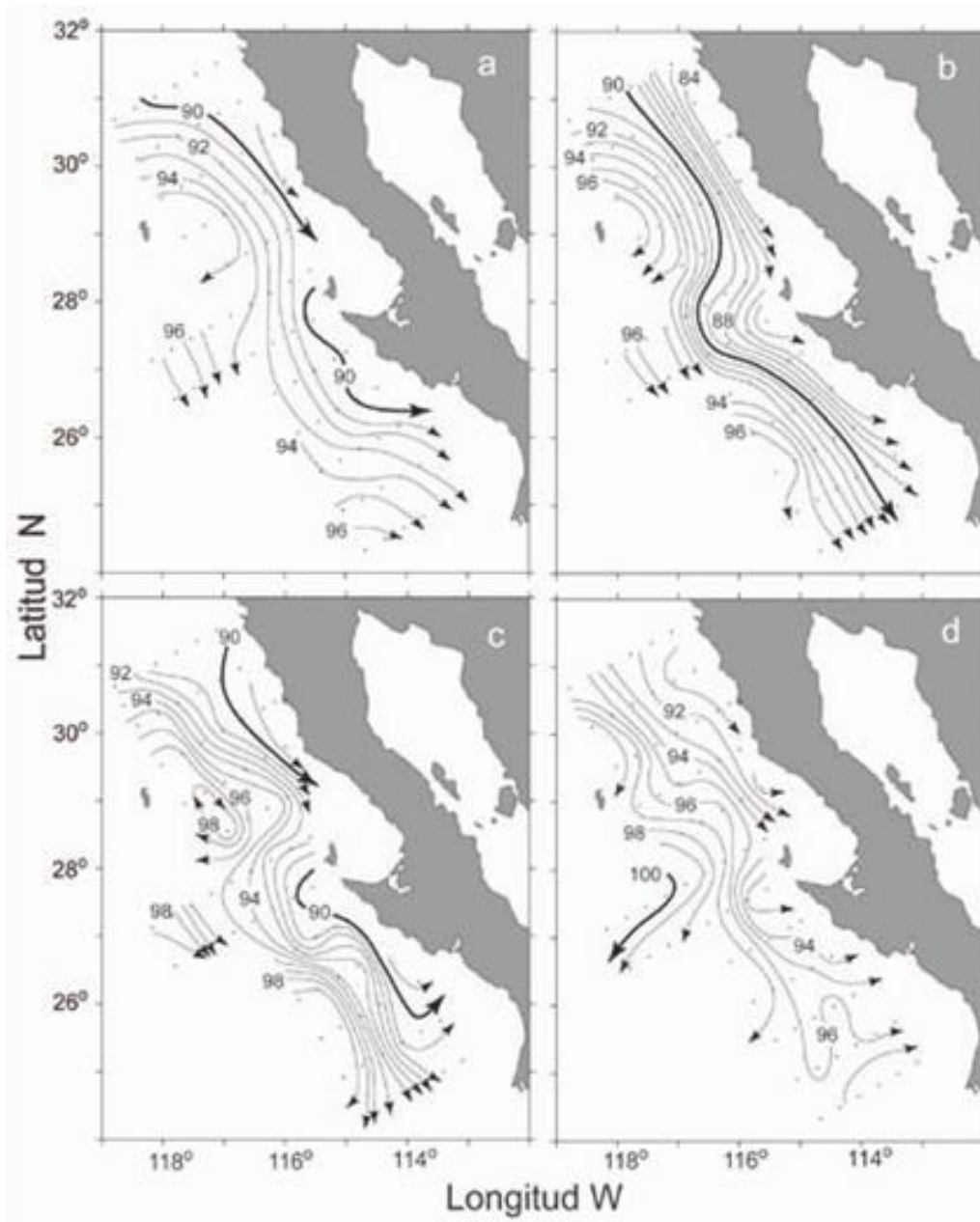


Figura IV. 192. Contornos de altura dinámica de la superficie del mar relativos a 500 dbar (cm dinámicos, $1 \text{ cm din} = 0.01 \text{ J kg}^{-1}$). El intervalo de contornos es de 2 cm din. Las flechas indican la dirección de la corriente.

(a) Invierno, (b) primavera, (c) verano y (d) otoño.

FUENTE: Durazo, R; Ramírez-Manguilar, et. al. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. **Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007.** México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

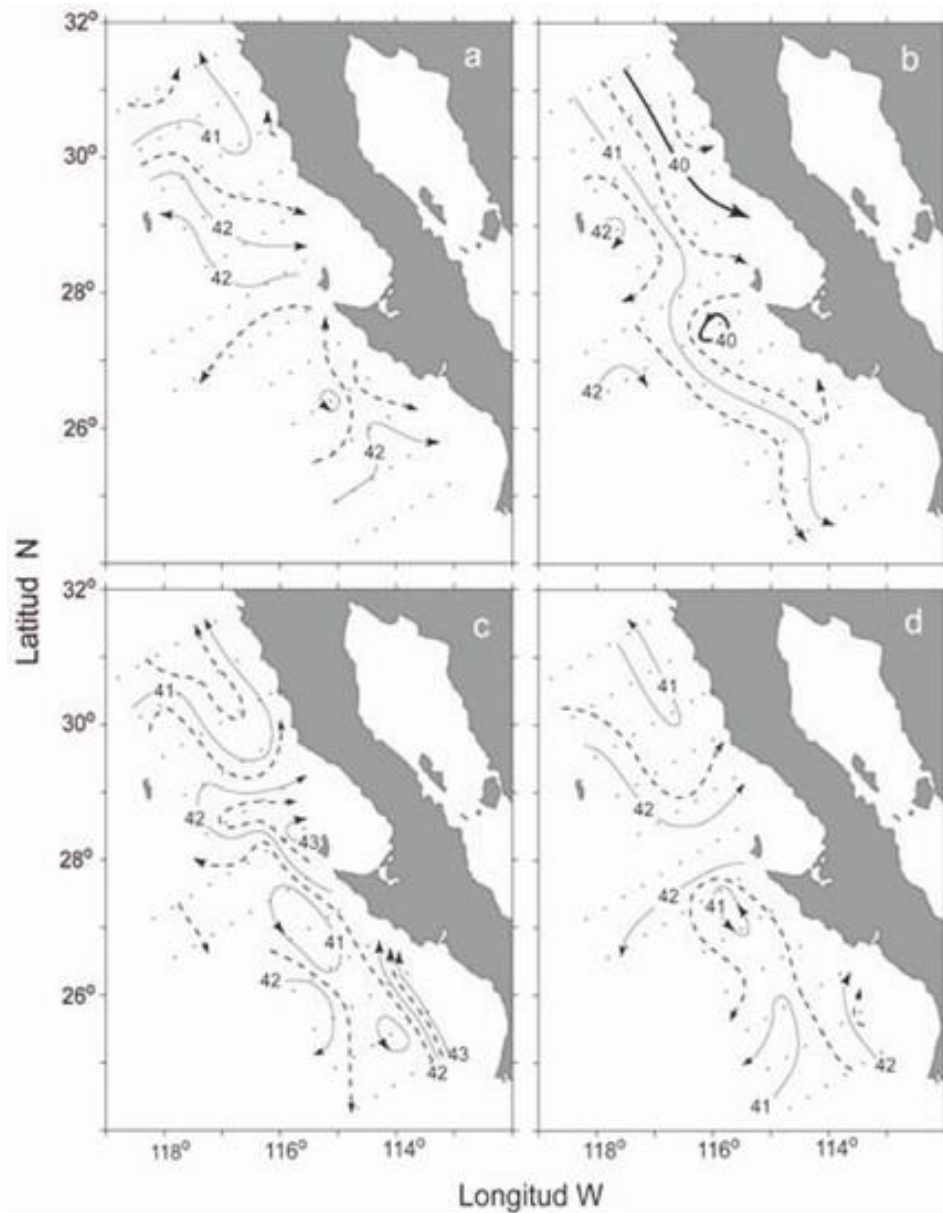


Figura IV. 203. Contornos de altura dinámica a los 200 m de profundidad relativos a 500 dbar (cm dinámicos, 1 cm din = 0.01 J kg⁻¹). El intervalo de contornos es de 0.5 cm din. Las flechas indican la dirección de la corriente. (a) Invierno, (b) primavera, (c) verano y (d) otoño.

FUENTE: Durazo, R; Ramírez-Manguilar, et. al. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. **Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007.** México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

A 200 m de profundidad, aproximadamente la profundidad del núcleo de la CCC que acarrea aguas de origen ecuatorial (AESs), el patrón de circulación estacional consiste en dos giros o meandros ciclónicos (figura IV.33.) separados frente a Punta Eugenia. Los promedios estacionales de contornos de anomalía de geopotencial (200/500 dbar) indican que la frontera entre estos dos giros cambia a escala estacional. Durante la primavera, el flujo es similar al patrón de superficie, con corrientes hacia el sur y ausencia de estructuras de mesoescala.

La excepción es un giro ciclónico pequeño (~30–50 km) frente a Punta Eugenia. Esto sugiere que el flujo de la Corriente de California durante primavera controla la circulación a 200 m de profundidad, y que el núcleo de la CCC probablemente se ha desplazado hacia mayores profundidades, mar adentro, o que se ha debilitado.

La estructura ciclónica subsuperficial en la región norte es aparentemente la manifestación profunda del giro ciclónico superficial del sur de California en el período de verano a invierno. La porción oriental de este giro identifica el flujo de la Contracorriente de California (CCC) sobre el borde del talud continental.

La existencia de este giro implica que las aguas alejadas de la costa son primero transportadas hacia ésta y más tarde hacia mayores latitudes, como parte del flujo costero subsuperficial de la CCC. En invierno, los gradientes débiles en la altura dinámica en la región sur sugieren una circulación ciclónica difusa. Durante verano y otoño, las estaciones del año cuando la estratificación vertical está claramente definida, ambos giros ciclónicos son notorios tanto en la región norte como en la región sur. En el verano, el gradiente espacial de altura dinámica en la región sur es máximo sobre la porción este del giro. Esto implica que la CCC es más intensa en esta temporada del año, en consistencia con la máxima pendiente negativa de las isotermas a esas profundidades.

Esta intensificación estival ha sido observada también en el sur de California (Gay y Chereskin 2009). Cuando la circulación bi-ciclónica es evidente, las líneas de corriente indican que cerca de Punta Eugenia el flujo hacia el polo se separa de la costa. Parte de este flujo retorna hacia el sur sobre la porción occidental del giro ciclónico del sur, y parte fluye hacia el este atrapado por el giro ciclónico del norte, y después hacia el polo de nuevo sobre el borde del talud continental.

En lo que se refiere a las corrientes geostróficas superficiales, los promedios estacionales de alturas dinámicas (referidas a 500 dbar) en la región estudiada por el IMECOCAL (Península de Baja California-Contexto suprarregional) indican que durante la primavera existe una reducida actividad de mesoescala en el flujo de la Corriente de California.

Durante el resto del año se observan giros y meandros, aunque con un flujo predominante hacia el sur. A 200 m de profundidad, las corrientes geostróficas indican la presencia de un flujo hacia el polo (Contracorriente Subsuperficial) sobre el talud continental en todas las estaciones del año excepto primavera, cuando éste es más profundo (400–800 m) y serpenteante. Se encontró que el flujo de la contracorriente subsuperficial está modulado por la presencia de dos giros ciclónicos, uno al norte y otro al sur de Punta Eugenia.

Los cálculos geostróficos (200/500 dbar) mostraron la existencia de la Contracorriente de California (CCC), localizada sobre el talud continental en todas las estaciones del año, excepto en primavera.

El patrón subsuperficial (200/500 dbar) de la circulación media mostró dos giros ciclónicos separados frente a Punta Eugenia, la mayor prominencia costera en el SCC. La importancia de estas estructuras de circulación es que interrumpen la

interconexión hidrodinámica entre las regiones norte y sur del área de estudio definida para el trabajo de investigación citado, interrupción que puede tener consecuencias notables en el transporte meridional de propiedades químicas y biológicas.

Se identificaron dos provincias al norte y al sur de Punta Eugenia, y se propone que la circulación profunda (200/500 dbar) es el mecanismo físico que permite su distinción. La provincia norte se caracterizó como de dominio subártico debido a la dominancia de agua de ese origen durante todo el año, mientras que la provincia sur mostró alternancia entre el dominio subártico durante invierno y primavera, y tropical-subtropical durante verano y otoño.

En cuanto a las corrientes oceánicas en la columna de agua, la secuencia temporal de las corrientes registradas se muestra en las siguientes figuras:

En la figura IV.34 se observan las corrientes a lo largo de la columna de agua, específicamente la velocidad de las corrientes horizontales, la dirección de las corrientes horizontales, la velocidad de las corrientes verticales y el registro de las mareas.

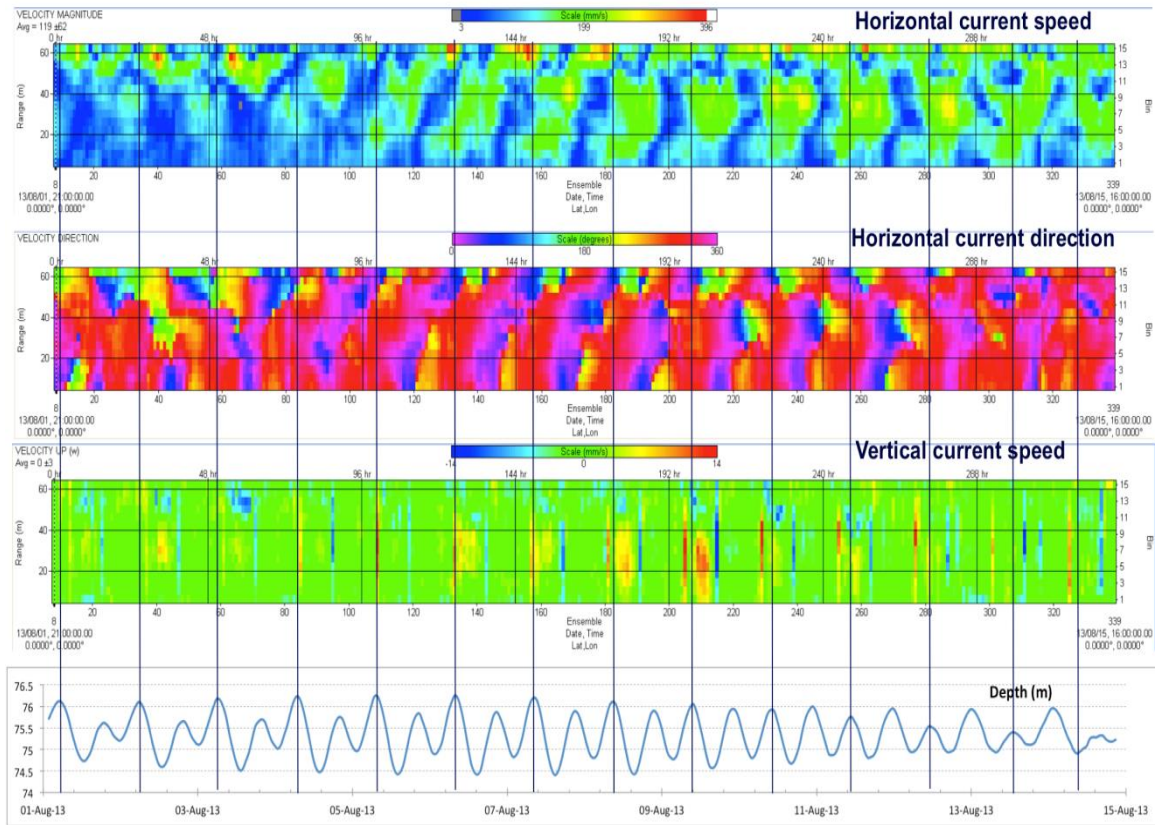
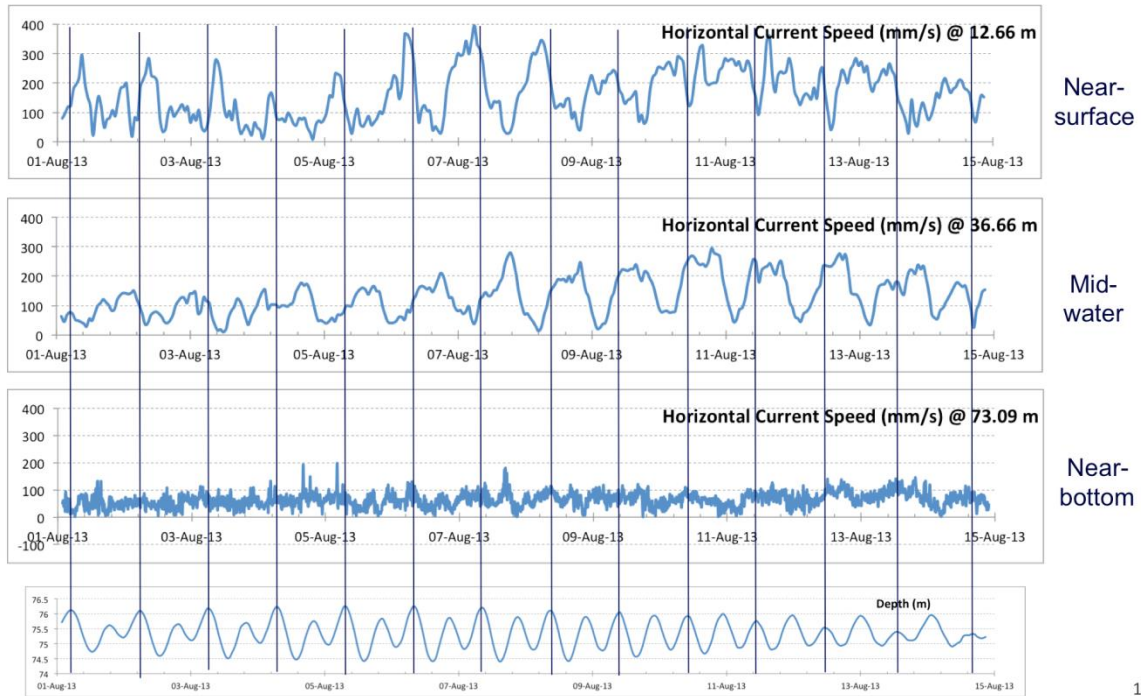


Figura IV. 214. Secuencia temporal del medidor de corrientes en la columna de agua.

En la figura IV.35 se presenta la velocidad horizontal de las corrientes cerca de la superficie (a 12.66 m de profundidad, que fue la profundidad del agua menos profunda registrada), profundidad media (36.66 m de profundidad), cerca de la fondo marino (a 73.9 m de profundidad, o a 1.5 m de la fondo marino) y las mareas.

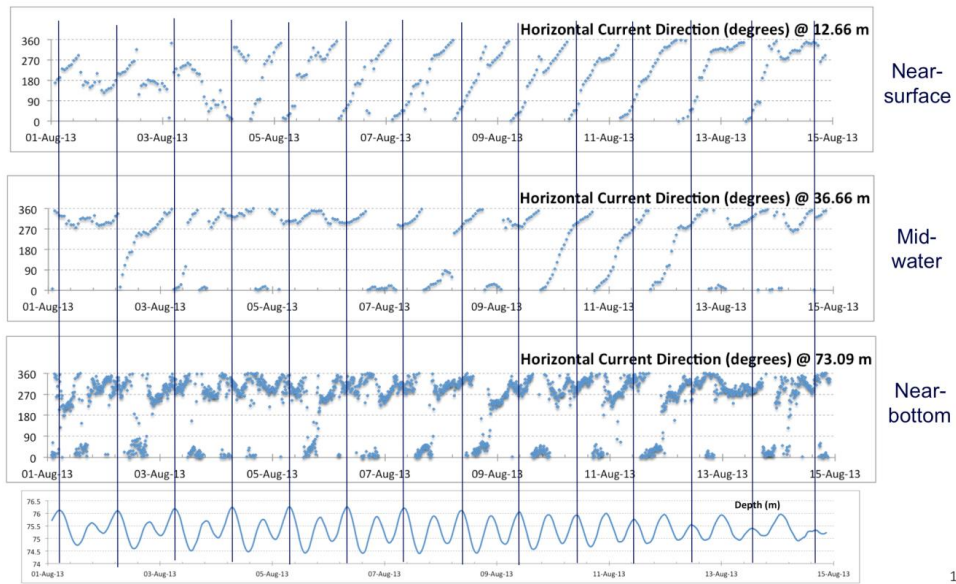


13

Figura IV. 225. Secuencia temporal de la Velocidad horizontal de las corrientes a tres niveles, cerca de la superficie, a media agua y cercana al fondo.

En la figura IV.36 se observa la superficie (12.66 m de profundidad), profundidad media (36.66 m de profundidad) y cerca del fondo marino (73.9 m de profundidad) con dirección horizontal de las corrientes, datos presentados junto con el registro de las mareas.

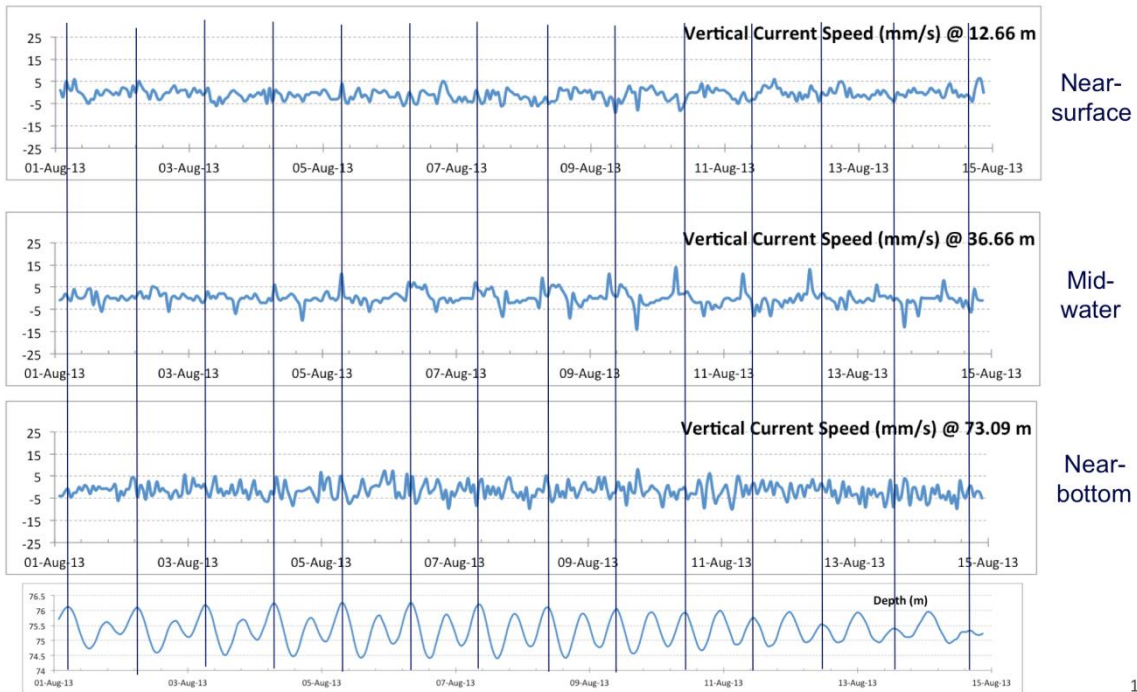
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



14

Figura IV. 236. Secuencia temporal de la dirección horizontal de las corrientes.

En la figura IV.37 se presenta la velocidad vertical de las corrientes cerca de la superficie (12.66 m de profundidad), profundidad media (36.66 m de profundidad) y cercanos al fondo marino (73.9 m de profundidad) con dirección horizontal de las corrientes, junto con el registro de la marea. Los valores positivos en la secuencia temporal de las velocidades verticales de corrientes, reflejan el movimiento del agua hacia arriba y los valores negativos indican el movimiento del agua hacia abajo.



15

Figura IV.37. Secuencia temporal de la velocidad vertical de las corrientes.

La secuencia temporal de los registros indica lo siguiente:

Las velocidades horizontales de las corrientes, varían con la profundidad en cualquier momento y durante el ciclo de las mareas.

Las velocidades horizontales de las corrientes, son relativamente más fuertes cerca de la superficie y son influenciadas por el ciclo de las mareas. Las corrientes más fuertes ocurren durante la marea alta (marea viva) y son más débiles durante la marea baja (marea muerta). La velocidad de las corrientes se acercó a los 400 mm/s, el 7 de agosto del 2013.

La correlación entre el ciclo de las mareas y la velocidad de las corrientes es evidente en aguas de profundidad media; sin embargo, la velocidad de las corrientes no es tan fuerte como cerca de la superficie, donde la velocidad de la corriente a profundidad media no superó los 300 mm/s.

Cerca del fondo, las corrientes horizontales fueron, en relación con el resto de la columna de agua, las más débiles y no superaron los 200 mm/s. Cerca del fondo marino, las corrientes fueron también las menos influenciadas por el ciclo de las mareas.

Durante el período de registro, la dirección horizontal de las corrientes, varió con la profundidad y el tiempo. La dirección de las corrientes parece estar influenciada por las mareas y es aún más evidente cerca de la superficie, donde se evidenció un giro de 360 grados en la dirección de las corrientes, particularmente entre el 5 y el 15 de agosto. Cerca del fondo del mar la dirección de las corrientes fue más consistente, circulando generalmente hacia el nor-noroeste.

La velocidad vertical de las corrientes fue más fuerte en profundidades medias, lo que también mostró una señal de marea más obvia. Los movimientos verticales del agua (tanto en la marea alta como en la marea baja) ocurrieron un cierto número de veces durante el período de registro. Estos movimientos se pueden observar en las figuras anteriores, donde los movimientos hacia arriba se muestran en amarillos/naranjas/rojos y los movimientos hacia abajo se muestran en azul.

La variación de la velocidad horizontal y vertical de las corrientes sobre la columna de agua se muestra en las figuras anteriores. Cada uno de los datos en estos gráficos está representando medidas distintas de la velocidad de las corrientes en cada profundidad donde las corrientes fueron registradas.

Las corrientes horizontales fueron relativamente más fuertes cerca de la superficie y más débiles cerca del fondo del mar. Las corrientes verticales fueron más fuertes en profundidades medias, donde el movimiento neto fue hacia arriba. Las corrientes verticales más débiles se produjeron cerca de la superficie y cerca de la cama, donde el movimiento neto de agua fue hacia abajo (figura IV.38)

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

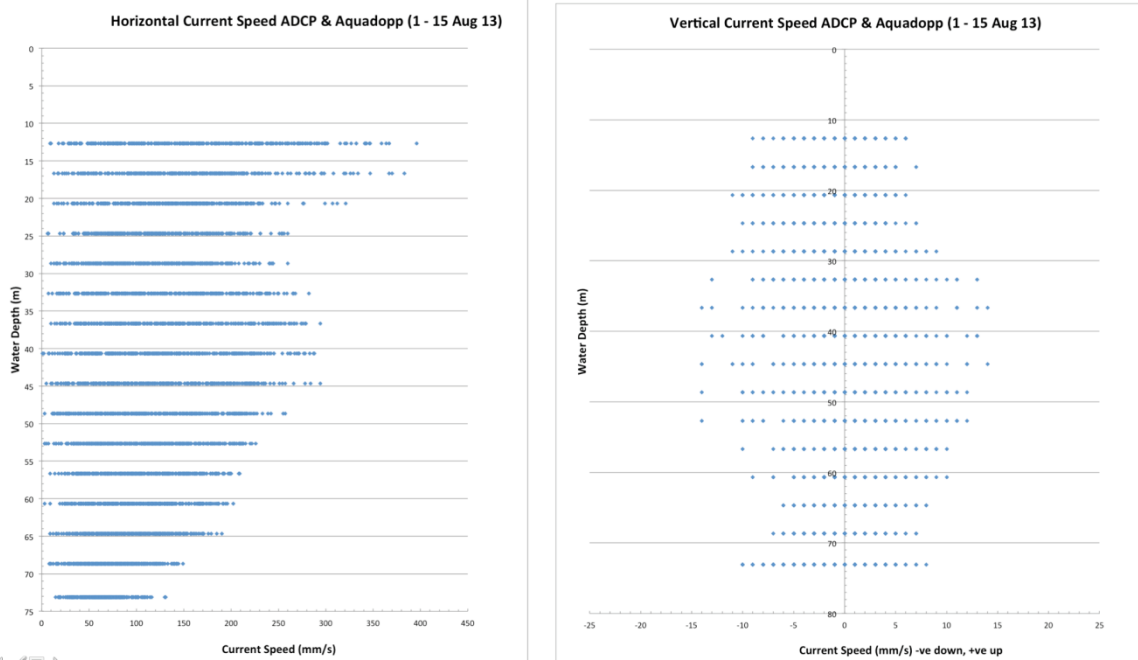


Figura IV.38. Profundidad versus velocidad horizontal y vertical de las corrientes.

Los diagramas vectoriales progresivos horizontales y verticales se muestran en las Figuras IV.39 y Figura IV.40, respectivamente.

Los diagramas vectoriales progresivos, se utilizan para estimar el transporte de partículas en el océano costero a partir de mediciones puntuales de series temporales de la velocidad; a pesar de que estrictamente sólo se aproximan a la verdadera trayectoria de las partículas, en regiones donde las corrientes son espacialmente uniformes. En otras palabras, ya que como los diagramas vectoriales progresivos no tienen en cuenta el hecho de la variación en el espacio y el tiempo de las corrientes en la mayoría de las regiones costeras, estos valores proporcionan información válida sobre las tendencias de las corrientes en los océanos en el lugar donde las corrientes oceánicas son medidas. Los diagramas vectoriales progresivos horizontales y verticales muestran:

El diagrama vectorial progresivo horizontal (Figura IV.41):

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

- La influencia de las mareas en la velocidad y la dirección de las corrientes del océano son más pronunciadas cerca de la superficie (registros azules), en donde el movimiento circular es típico de la dirección de las corrientes afectadas por las mareas.
- Las corrientes son más débiles cerca del fondo marino (registros morados), pero parecen estar menos influenciadas por las mareas.
- Mientras que la velocidad de las corrientes es más fuerte cerca de la superficie, también es mayormente influenciada por las mareas, lo que significa que la dirección de las corrientes es aún más variable. Esto tiene como efecto que las partículas viajen a una menor distancia desde su punto de origen.
- La tendencia general, a *grosso modo*, en el movimiento del agua durante el período de registro fue hacia el nor-noroeste.

Diagrama vectorial progresivo vertical:

- El movimiento neto del agua a profundidades medias fue hacia arriba y también fue más fuertemente influenciado por las mareas.
- El movimiento neto de las aguas superficiales y las aguas del fondo marino, a *grosso modo*, fue hacia abajo.

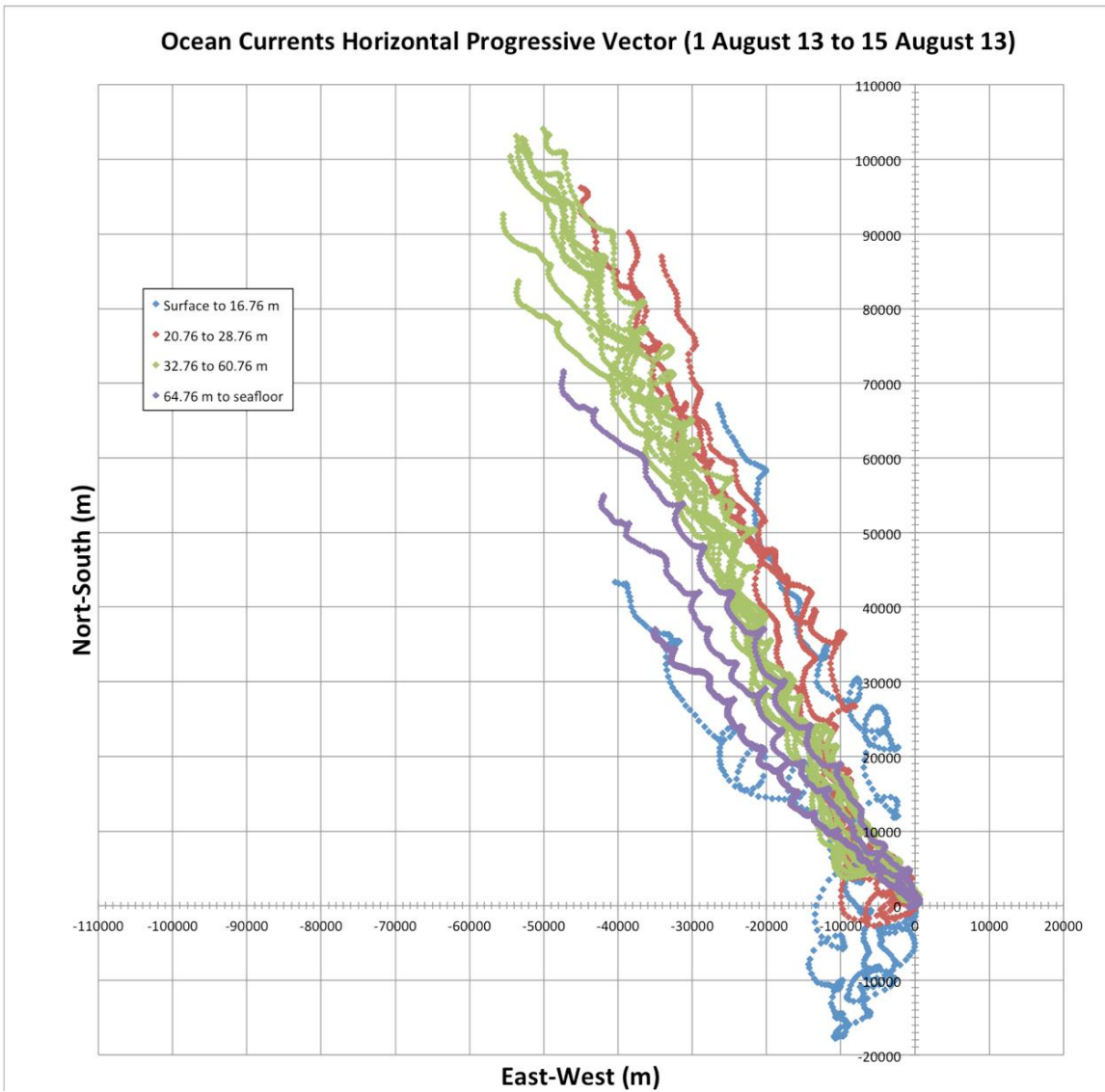


Figura IV.39. Diagrama vectorial progresivo horizontal.

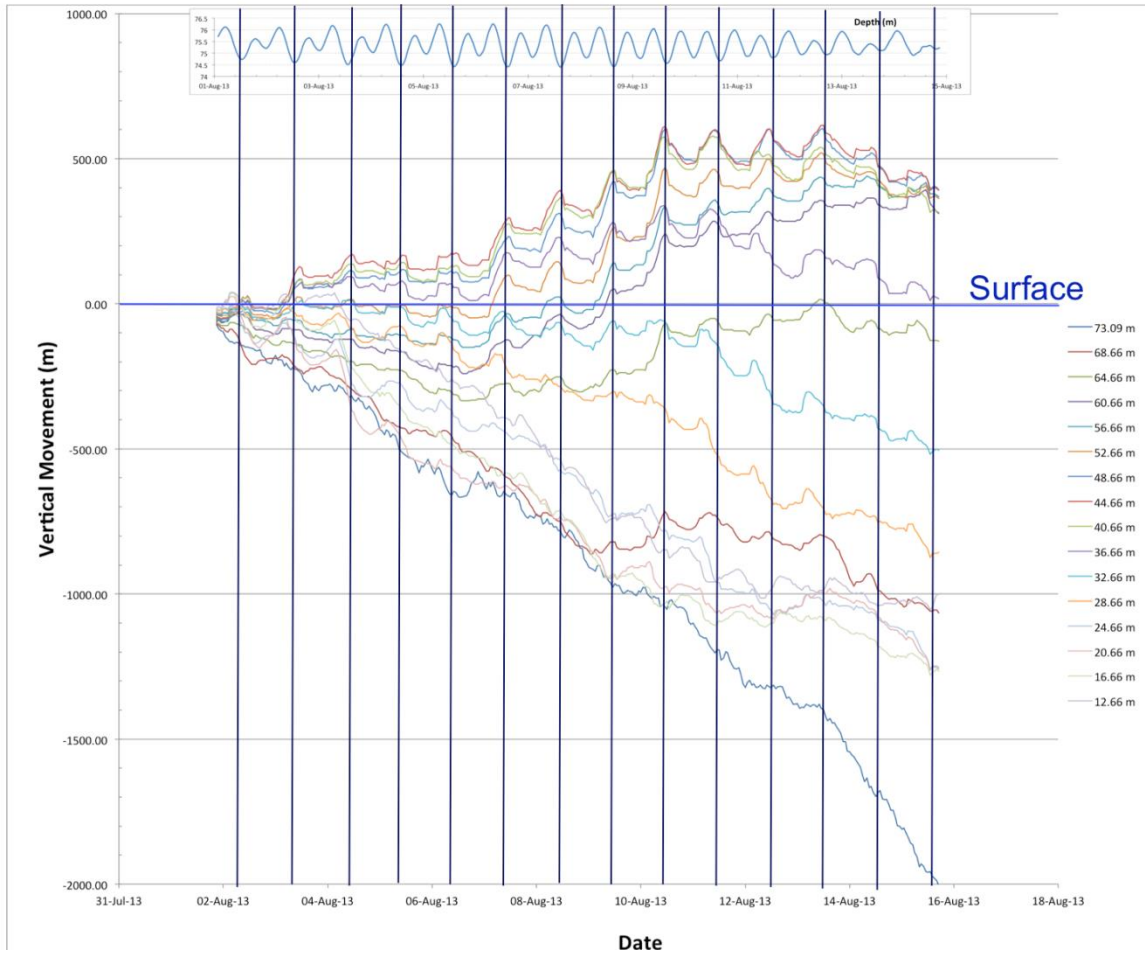


Figura IV.40. Diagrama vectorial progresivo vertical.

IV.3.2.2.2. Masas de agua y circulación

- **Caracterización de las Masas de agua a nivel del Área de Referencia**

Para la caracterización de las masas de agua que se registran dentro del Área de Referencia del proyecto (Península de California), se retomó la información generada por Durazo y Ramírez-Manguilar (2010).

Así, para cada una de las estaciones de estudio del IMECOCAL ubicadas a lo largo de la Península de Baja California, estos autores obtuvieron promedios estacionales de temperatura (T) y salinidad (S) a cada una de las profundidades estándar entre la superficie y 500 m de profundidad. Los resultados se muestran como diagramas T-S en la Figura IV.41, en donde además se presentan contornos de anomalías de densidad (σ_t , kg m) y rangos aproximados de variabilidad de cada una de las masas de agua presentes en el Área de Referencia (Península de Baja California) (ver Durazo y Baumgartner 2002).

Los puntos en los diagramas T-S están codificados en color para indicar el transecto de muestreo dentro de la red del IMECOCAL, desde la línea 100 (azul) hasta la línea 137 (rojo). La línea continua en azul representa el perfil T-S medio de todas las estaciones muestreadas entre las líneas 100, 103, 107 y 110 (región norte), mientras que la línea en rojo representa el promedio de las estaciones sobre las líneas 123, 127, 130 y 133 (región sur), siendo ésta última la que corresponde al límite del SAR propuesto para este proyecto.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

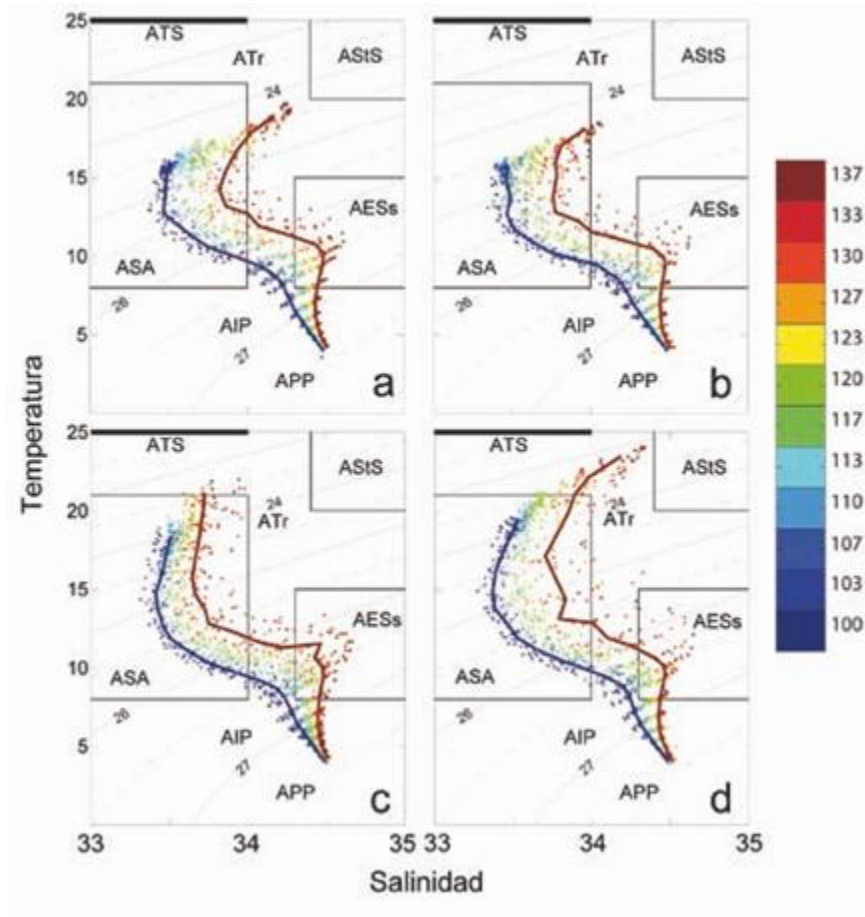


Figura IV. 241. Diagramas T-S estacionales. (a) Invierno (DIC, ENE, FEB), (b) primavera (MAR, ABR, MAY), (c) verano (JUN, JUL, AGO) y (d) otoño (SEP, OCT, NOV). Se indica el rango de variación de las diferentes masas de agua que confluyen en la región: ASA = Agua Subártica, ATS = Agua Tropical Superficial, ATr = Agua Transicional, ASSt = Agua Subtropical Superficial, AESs = Agua Ecuatorial Subsuperficial, y AIP = Agua Intermedia del Pacífico. Los rangos fueron tomados de Durazo y Baumgartner (2002). Note que el ATS se indica por una línea gruesa de salinidad entre 33 y 34, y T = 25 °C, el límite inferior de esta agua en la región. Las líneas de color indican los perfiles medios de la región norte (azul, estaciones sobre los transectos 100, 103, 107 y 110) y sur (rojo, estaciones sobre los transectos 123, 127, 130 y 133).

FUENTE: Durazo, R; Ramírez-Manguilar, et. al. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. **Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007.** México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

Los diagramas T-S estacionales de la región IMECOCAL indican que el mínimo relativo de salinidad, asociado con el núcleo de la CC, se encuentra alrededor del intervalo de densidades de $24.5\text{--}25.5 \text{ kg m}^{-3}$. La variabilidad estacional de la capa superficial ($\sigma < 26 \text{ kg m}^{-3}$) sugiere que la influencia del ASA que acarrea la CC es máxima durante primavera (Figura IV. 42.b), durante la época de surgencias cuando los vientos del noroeste son más intensos en toda la región (Área de Referencia definida para este proyecto) (Pérez-Brunius *et al.* 2007). El efecto de los vientos es el de generar un transporte sustancial de ASA hacia toda la región del IMECOCAL.

Durante el verano se aprecia que las aguas superficiales conservan la salinidad media observada en primavera ($S < 34$), pero en la región sur (SAR) (líneas 123–137) éstas modifican su temperatura para conformar una mezcla entre ASA y AStS. En ambas estaciones del año, la inflexión en las curvas T-S que indica el mínimo relativo de salinidad es inexistente o muy tenue, indicio de que la capa superficial está ocupada casi en su totalidad por ASA. O, en el caso de la región sur (SAR), es la presencia de ASA ligeramente modificada por calentamiento solar o advección de ATS y AStS.

Durante el otoño y el invierno, la salinidad de la capa superficial se modifica para alcanzar valores arriba de 34. El hecho de que los puntos T-S durante estas épocas caigan sobre una región de mezcla entre ASA y AStS sugiere que el incremento de salinidad ocurre debido a la intrusión de AStS, quizá como un flujo costero hacia el polo (contracorriente superficial, ver Lynn y Simpson 1987 y Zaytsev *et al.* 2007) o como abordamiento o erosión de agua al oeste de la CC, producto de las persistentes estructuras de mesoescala durante otoño e invierno. Los colores en los puntos sobre dicha línea de mezcla sugieren que la influencia del AStS está limitada por la latitud, ya que la tendencia de los pares T-S hacia valores típicos de AStS en la región norte es imperceptible. Esto confiere a la región norte su carácter subártico durante todo el año.

Para aguas subsuperficiales ($>100 \text{ m}$), el máximo relativo de salinidad localizado alrededor de $\sigma \sim 26.5 \text{ kg m}^{-3}$ está asociado con el flujo hacia el polo de la CCC que

transporta AESs (Tsuchiya 1981, Durazo y Baumgartner 2002). Los pares T-S durante las cuatro estaciones del año en las regiones central y sur muestran que la dispersión de puntos alrededor de $\sigma_t \sim 26.5 \text{ kg m}^{-3}$ es mínima durante la primavera y máxima durante verano y otoño. Este comportamiento no se observa en la región norte.

A la profundidad de dicha superficie isopical, una mayor (menor) dispersión de datos sugiere una mayor (menor) actividad de mesoescala en la región central-sur (norte). La mayor dispersión en verano y otoño coincide con una expansión hacia el norte de aguas ecuatoriales a esa profundidad y un incremento del rotacional del esfuerzo del viento en la superficie (debilitamiento del anticiclón atmosférico, Di Lorenzo 2003), procesos que favorecen las inestabilidades baroclínicas que pueden dar lugar a estructuras de mesoescala. Jerónimo y Gómez-Valdés (2007) han descrito evidencias de este tipo de estructuras subsuperficiales.

De esta manera, a nivel del SAR correspondiente a la región sur, en primavera se registra un predominio de la masa de agua subártico (ASA), mientras que en el verano y otoño se registra una mezcla de tres masas de agua: ASA, AST y AStS.

- **Masas de agua y patrones de circulación en el SAR y su relación con las corrientes.**

Los resultados muestran que en la capa superficial la circulación estacional determina la distribución de propiedades y la interacción entre las masas de agua presentes en la región.

Debajo de la superficie ($\sim 200 \text{ m}$), se observó el flujo clásico de una corriente hacia el polo que acarrea aguas de origen ecuatorial. El flujo está organizado en dos estructuras de circulación ciclónica que, debido a su variabilidad estacional, modulan la contribución de agua de origen ecuatorial hacia latitudes altas.

Los vientos a lo largo de la costa son más intensos durante la primavera (Pérez-Brunius *et al.* 2007). La advección norte-sur asociada a estos vientos produce dominancia de aguas relativamente bajas en salinidad y temperatura en toda la Península de Baja California monitoreada por el IMECOCAL. Cualitativamente, esto

representa un mayor volumen de Aguas del Subártico (ASA) en el correspondiente diagrama T-S. El debilitamiento de los vientos y el incremento en la ganancia de calor por el océano en el periodo verano-invierno, favorecen la estratificación vertical y la existencia de estructuras de mesoescala. Dichas estructuras o meandros no son suficientes para cambiar drásticamente la distribución de propiedades en la región norte en donde domina la influencia de ASA durante todo el año.

En contraste, los cambios estacionales en la circulación superficial en la región sur favorecen la entrada de Agua Tropical Superficial (ATS) y Agua Subtropical Superficial (AStS). La existencia de estos procesos se corrobora con análisis de corrientes geostroficadas derivadas de sensores remotos realizados por Zaytsev *et al.* (2007), quienes mostraron evidencias de flujos superficiales hacia el polo, cercanos a la costa durante verano y otoño. La mayor actividad de mesoescala en estas épocas produce además una mayor dispersión de puntos en los diagramas T-S, que refleja la fuerte interacción y mezcla entre todas las masas de agua superficiales.

En consistencia con el estudio de Lynn y Simpson (1987), Durazo, *et al.*, señalan que no observaron evidencias de una corriente hacia el polo cerca de la superficie. Soto-Mardones *et al.* (2004) mostraron que sobre la plataforma continental pueden observarse flujos angostos (10–20 km) de una contracorriente superficial que fluye en dirección opuesta a la CC; adicionalmente, mencionan que lejos de la plataforma pueden encontrarse flujos hacia el polo asociados con meandros y giros. Esta característica no es evidente en los promedios estacionales de circulación superficial presentados en este trabajo y por Lynn y Simpson (1987). Es factible que los flujos asociados a una contracorriente superficial estén desplazados hacia regiones más someras cercanas a la costa donde la aproximación geostrofica (0/500 dbar) no puede detectarles. Además, es factible que la contracorriente costera esté asociada con giros y meandros cerca de la costa relacionados con eventos de afloramiento y la geomorfología costera.

Así, la provincia norteña puede ser definida como la que se caracteriza por aguas de relativamente baja salinidad y temperatura, y alto contenido de oxígeno. La región al

sur de Punta Eugenia puede quedar enmarcada dentro de esta provincia durante la época de primavera, cuando el flujo de la CC es más intenso y existe menor actividad de mesoescala, o como provincia tropical y subtropical durante el resto del año. La posición latitudinal de la frontera entre provincias juega un papel muy importante en la distribución de organismos, ya que la variación estacional observada puede determinar que existan cambios importantes en las comunidades pelágicas dado el desplazamiento al norte o al sur de la frontera durante eventos de escala interanual y/o decadal.

La variabilidad de la circulación subsuperficial ha sido expuesta en diagramas de circulación geostrófica a 200/500 dbar, los cuales muestran la ausencia de la CCC durante la primavera y una intensificación en el flujo de ésta hacia el polo durante verano y otoño. Dinámicamente, la existencia de la contracorriente subsuperficial en el SCC (Sistema de Corriente de California) se ha explicado en términos de un rotacional del esfuerzo del viento positivo entre la costa y 200 km mar adentro, y de gradientes de presión meridional y longitudinal y su variabilidad (Oey 1999, Marchesiello *et al.* 2003).

Durante verano y otoño, se produce una intensificación del rotacional positivo del viento debido a que el viento que produce surgencias cerca de la costa se ha debilitado, pero no el que está mar adentro (~200 km) (Castro y Martínez, 2010). Esto se ve reflejado en una intensificación de la CCC, especialmente al sur de prominencias costeras como Punta Eugenia. Este mismo fenómeno se ha reportado para el giro del sur de California por Di Lorenzo (2003), y al sur de Punta Concepción por Gay y Chereskin (2009).

El mapa de corrientes medias de primavera mostró un flujo hacia el ecuador a 200 m de profundidad que implica que la CCC está ausente. El análisis de datos de CALCOFI sugiere que el núcleo de la CCC se desplaza hacia mayores profundidades durante enero-marzo (ver Lynn y Simpson 1987). Debido a que la profundidad máxima de muestreo de CALCOFI es de 500 m (el nivel de referencia considerado para cálculos dinámicos), es posible que la CCC no sea detectada por el método geostrófico.

Adicionalmente, puede ocurrir que el flujo de la CCC se debilite (Gay y Chereskin 2009) o se desplace a mayores profundidades producto de la intensificación del flujo superficial.

A nivel del SAR, se realizaron mediciones de corrientes cuyos resultados se pueden revisar en el Anexo 5.

- **Mareas y nivel del mar**

Las mareas en el SAR son de tipo mixta semidiurna (Figura IV.42), con un rango de marea de 2 m. El nivel del mar presenta una oscilación anual que es reflejo de las variaciones de las corrientes a mesoescala. Durante los meses de noviembre, se inicia una disminución del nivel que tiene su mínimo en marzo-abril, para subir a partir de mayo y alcanzar su máximo en junio-julio. Esta oscilación es parte de la oscilación cuasi bianual del Pacífico y se acopla con los movimientos del giro de Alaska.

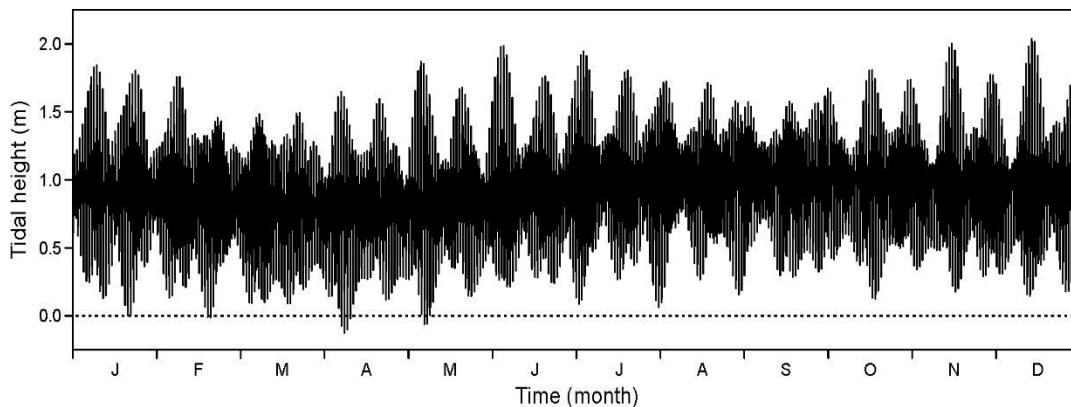


Figura IV. 252. **Mareas en la Bahía de Ulloa.**

El aumento en el nivel del mar durante los meses cálidos se traslapa con la intrusión de la corriente norecuatorial y con la llegada de organismos de la zona panámica.

Cabe exponer que para la medición de mareas, temperatura de fondo y corrientes oceánicas se utilizó un equipo de medición de corrientes (ADCP), se colocó en un armazón resistente a las redes de arrastre en el área del proyecto (véase la Figura IV.43), a 75.4 m de profundidad en donde se registraron las corrientes oceánicas.

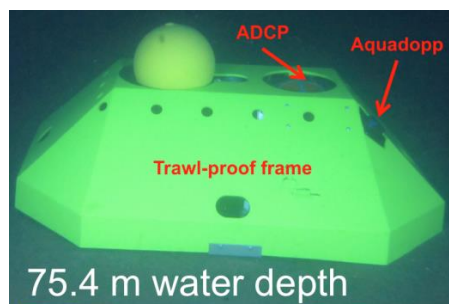


Figura IV. 263. Medidor de corriente ADCP con chasis anti-arrastre

El Doppler acústico RD Instruments Sentinel fue empleado para la creación de perfiles de corrientes (ADCP por sus siglas en inglés). El instrumento se colocó mirando hacia arriba emitiendo en una frecuencia de 300 kHz. El ADCP es un instrumento acústico que transmite ráfagas de sonido (pings) a través de la columna de agua desde un conjunto de transductores a través de cuatro haces separados. Los transductores reciben los ecos sonoros de retrodispersión de las partículas (sedimentos en suspensión, burbujas de gas, plancton, etc.), que se encuentran en suspensión en la columna de agua. El movimiento de estas partículas en relación con el ADCP hace que los ecos cambien de frecuencia (desplazamiento registrado mediante Doppler, es decir mide el tránsito de la partícula entre dos o más haces acústicos en función de su reflexión acústica), y de esta manera, el ADCP mide en función de la profundidad las velocidades del agua en las tres dimensiones y en cualquier dirección el ADCP fue programado para:

- Medir la velocidad del agua en tres dimensiones cada 4 m, a lo largo de la columna de agua desde cerca del fondo del mar hasta cerca de la superficie.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Esto permitió la medición de las corrientes oceánicas a lo largo de 15 diferentes segmentos de profundidad.

- Registrar las corrientes en tercera dimensión, la profundidad (i.e. las mareas) y la temperatura en el fondo marino a intervalos de una hora.

También se colocó un medidor doppler orientado hacia arriba de un solo punto para medir corrientes, el modelo Nortek Aquadopp. Debido a las propiedades de los haces, un ADCP no puede medir las corrientes marinas cercanas al fondo marino. Para compensar esta carencia, el medidor de corrientes Nortek fue montado dentro de armazón resistente a las redes de arrastre para medir las corrientes cercanas al fondo marino exclusivamente. El Aquadopp utiliza el efecto de desplazamiento doppler para medir corrientes en un solo punto en la columna de agua.

El instrumento fue programado para:

- Medir corrientes oceánicas en tercera dimensión en un solo punto a una profundidad aproximada de 1.5 m sobre el fondo marino.
- Registra las corrientes marinas, la profundidad y la temperatura cada 10 minutos.

Lo anterior permitió, como ya se indicó, obtener datos de mareas y temperatura del agua en el fondo marino. Los datos de marea registrados durante el período de medición se muestran en la Figura IV.44. El período de registro se produjo cuando las mareas se movían desde la marea viva hasta la marea muerta (es decir, desde la más alta variación de la marea a la más baja). Las mareas en el área del proyecto son una mezcla semi-diurna, lo que significa que hay dos mareas altas y bajas irregulares por día. Esto es consistente con los datos publicados de mareas alrededor del mundo (véase la Figura IV.44).

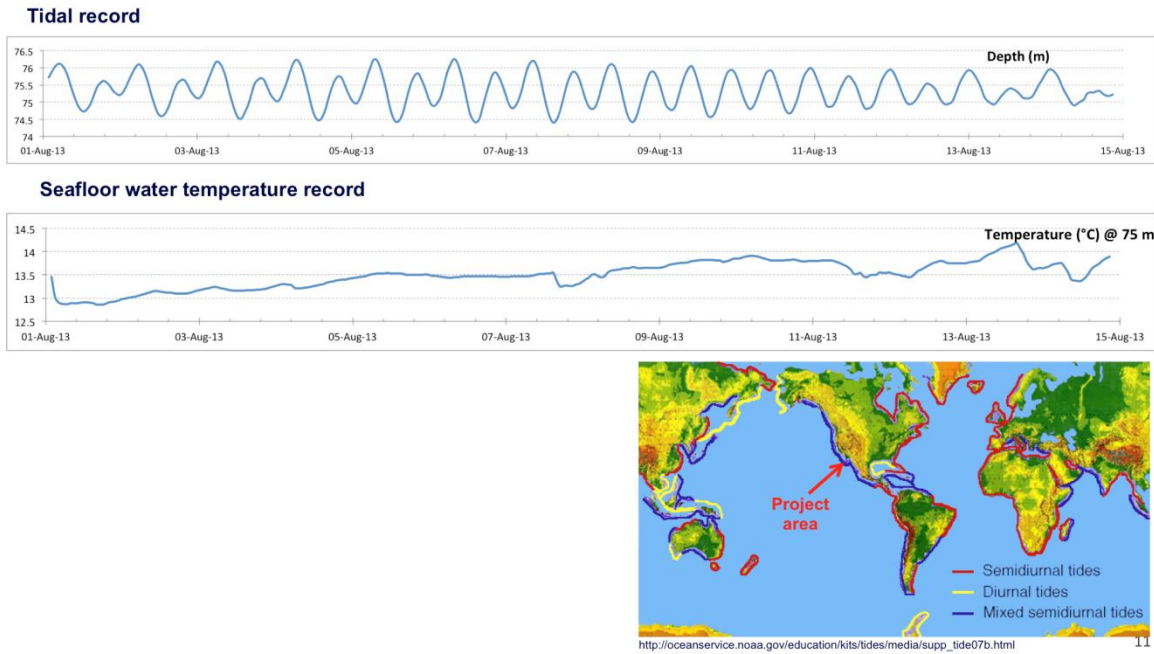


Figura IV. 274. Secuencia temporal de mareas y temperaturas en el fondo marino.

La temperatura del agua en el fondo del mar varió durante el período de registro (Figura IV.44), pero la tendencia general en un entorno de muestreo de 14 días se incrementó aproximadamente de 13 °C a 14 °C. Ambos conjuntos de datos de las corrientes mostraron el mismo patrón de variación en la temperatura, lo que confirma que el registro de temperatura es real y no es debido a la fluencia de los sensores. Los registros indican que las temperaturas pueden ser más bajas durante las mareas vivas y más altas durante las mareas muertas.

✓ **Oleaje**

La dirección y altura del oleaje se modeló a partir de datos de oleaje lejano de la NOAA (Figura IV.45) y usando los vientos característicos obtenidos en este estudio. Los resultados se procesaron y se agruparon por intervalos de clase (Tablas IV.2 y IV.3). La NOAA produce imágenes a mesoescala del oleaje lejano básicamente. Los datos de

la NOAA y los de vientos se usaron para aplicar al SAR el modelo de oleaje SWAN (Simulating Waves Nearshore) de tercera generación, de la Universidad Tecnológica de Delft en Holanda (<http://www.swan.tudelft.nl/>).

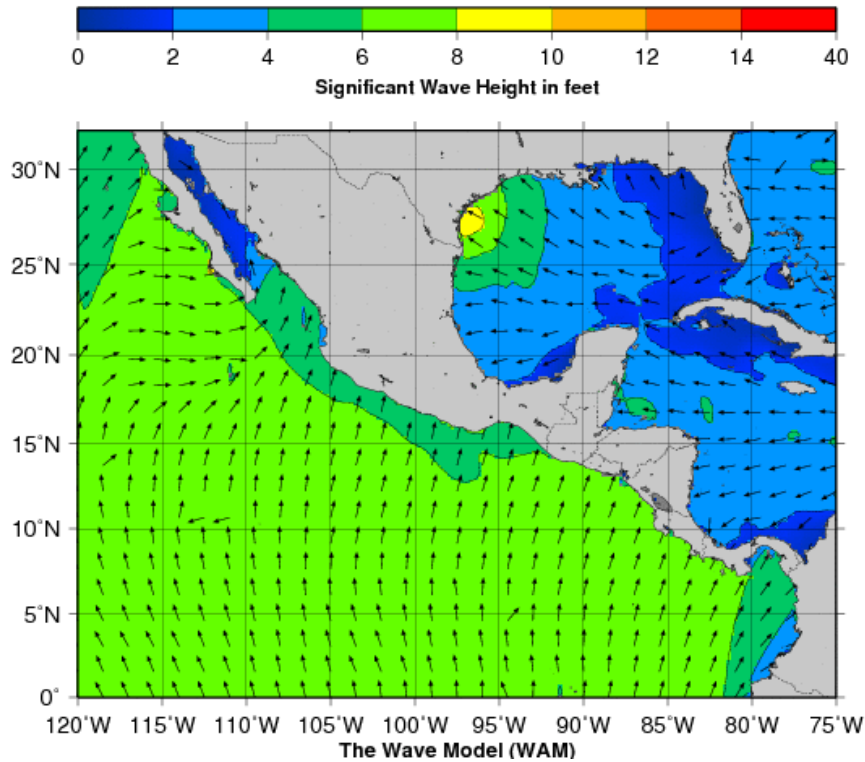


Figura IV. 285. **Altura significativa y dirección de oleaje en el Pacífico mexicano, a partir de datos de la NOAA para julio de 2013.**

El modelo numérico SWAN resuelve las ecuaciones espectrales y usa como efecto generador del oleaje o forzamiento el esfuerzo del viento local y lejano; las características del oleaje se calcularon usando las fórmulas del JONSWAP (Hasselmann *et al.*, 1973).

Para estimar las características del oleaje, se usaron las estadísticas de vientos obtenidas del análisis de datos presentados en la sección anterior. El viento dominante es de nor-noreste con una intensidad de 2 a 6 m s⁻¹; la altura de ola significativa (H1/3) está definida como (Hasselmann *et al.*, 1973):

$$H_{1/3} = 4 \left[1.67 \times 10^{-7} \frac{F}{g} \right]^{1/2} \quad (1)$$

En la ecuación (1), g es la aceleración debida a la atracción gravitacional de la tierra y F el fetch o distancia que recorre el viento. En nuestro caso, tomando en consideración que los vientos dominantes vienen del nor – noreste, para el caso de oleaje inducido por vientos del noreste, se tomó como el efecto de fetch máximo una distancia de 100 km, que es la distancia a la costa hacia el suroeste y, para vientos del norte, un fetch de 200 km que es, en este caso, la distancia a la costa hacia el noroeste. Con estos dos fetch y con la ecuación (1), nos da una variación de altura significativa que va de 0.16 a 0.23 m (Figura IV.46).

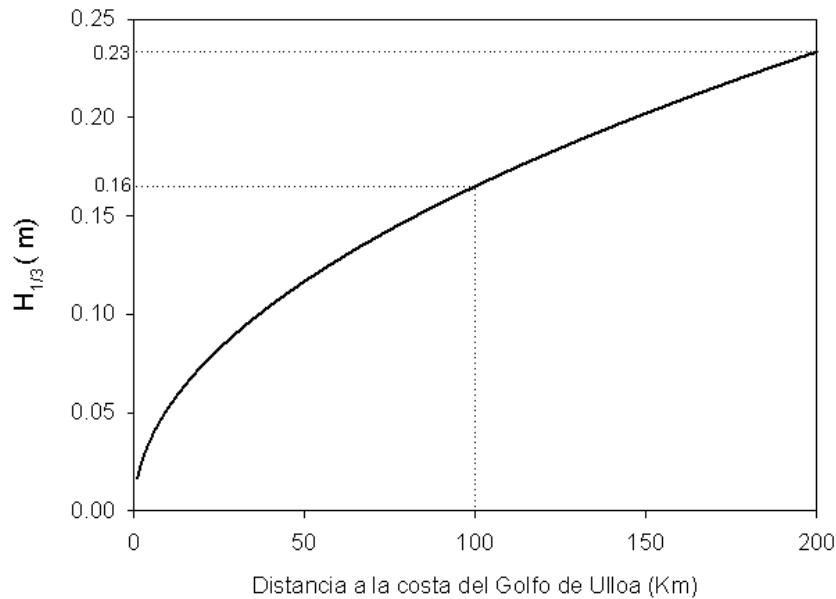


Figura IV.46. **Altura significativa de ola producida por vientos a 200 km de distancia de la costa.**

El clima del oleaje muestra que cerca de la costa el oleaje es de periodo largo, esto debido a que es generado en su mayoría en el Pacífico Sur, como se puede ver en la

siguiente figura; por ello, el oleaje de mayor intensidad es durante el invierno austral. Los vientos locales son moderados de regular a baja intensidad, siendo afectada sólo la influencia del paso de tormentas tropicales. Estas condiciones no son analizadas en este estudio ya que se consideran de alto oleaje y turbulentas que, para los objetivos del proyecto, tenderán a producir alta mezcla y una rápida dispersión de los sedimentos. Las Tablas IV.2 y IV.3, muestran los resultados del análisis realizado sobre los resultados del modelo.

Tabla IV. 2. Frecuencia de altura significativa y dirección de oleaje.

		Dirección del Oleaje								
	Intervalo de Clase	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
Altura Significante de Ola	0.0 - 0.5									
	0.5 - 1.0					0.12	2.98	2.64	0.18	5.92
	1.0 - 1.5				0.01	6.45	43.08	19.79	3.31	72.64
	1.5 - 2.0	0.01	0.01	0.01	0.03	3.25	10.29	3.94	2.22	19.76
	2.0 - 2.5					0.55	0.70	0.08	0.10	1.42
	2.5 - 3.0					0.20	0.01		0.02	0.23
	3.0 - 3.5					0.01	0.01			0.03
	3.5 - 4.0									
	4.0 - 4.5									
	TOTAL	0.01	0.01	0.01	0.04	10.58	57.07	26.45	5.83	100.00

Tabla IV. 3. Frecuencia de altura significativa y período de oleaje.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

		Periodo del Oleaje										
	Intervalo de	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	TOTAL
	Clase	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
Significante de Ola	0.0 - 0.5											
	0.5 - 1.0				0.01	0.16	1.55	3.44	0.47	0.32		5.95
	1.0 - 1.5			0.11	0.31	1.35	3.98	44.40	15.10	7.08	0.26	72.59
	1.5 - 2.0			0.05	0.36	0.92	0.53	5.99	6.73	5.01	0.17	19.76
	2.0 - 2.5				0.05	0.16	0.20	0.06	0.28	0.64	0.05	1.44
	2.5 - 3.0				0.01	0.09	0.05	0.01	0.01	0.06		0.23
	3.0 - 3.5					0.01	0.01		0.01			0.03
	3.5 - 4.0											
	4.0 - 4.5											
	TOTAL			0.16	0.74	2.69	6.32	53.90	22.60	13.11	0.48	100.00

- **Caracterización de la capa de mezcla en el Área de Referencia y SAR.**

Área de Referencia

Para la caracterización de la capa de mezcla (CM por sus siglas), se ha retomado el trabajo de Espinosa Carreón (2004) denominado “Producción primaria en relación a procesos físicos de mesoescala en la región sur de la corriente de California”. Esta autora señala que, si bien la profundidad de la zona eufótica es donde se realizan los procesos de fotosíntesis, la profundidad de la capa de mezcla (CM) es un buen indicador de la zona superior del océano limitada por nutrientes (Espinosa Carreón,

2000), ya que además de la concentración de nutrientes la tasa de crecimiento del fitoplancton está determinada por la luz. Los cambios en la CM promueven como respuesta del fitoplancton una variación de la distribución vertical de clorofila y a su vez, de la producción primaria. La CM en el océano varía a lo largo del año, donde el esfuerzo del viento y el calentamiento (enfriamiento) de la columna de agua son los principales factores que la determinan (Kiefer y Kremer, 1981). Además, los procesos de mesoescala como remolinos ciclónicos, anticiclónicos, meandros, frentes y surgencias generan también cambios en la CM. De tal forma que se puede establecer la importancia ecológica de la capa pelágica del océano con base en los cambios estacionales de la CM.

En este caso, el trabajo documenta y analiza la variabilidad estacional y los cambios interanuales, identificando los efectos de los eventos de largo período como El Niño y La Niña en la región sur de la Corriente de California (Península de Baja California, Contexto Suprarregional), de enero de 1997 a mayo del 2002.

Espinosa Carreón parte del análisis de compuestos mensuales de imágenes de satélite para clorofila (CLa); altura del nivel del mar (ANM); temperatura superficial del mar (TSM); el esfuerzo del viento y el Índice Costero de Surgencia (ICS), para determinar la variabilidad estacional y los cambios interanuales en la CC para el período ya señalado.

A partir del método estándar de correlación cruzada, se determinó la covariabilidad entre el índice costero de surgencias (ICS) y la Cla, ANM y TSM con y sin ciclo estacional, sólo para las series de tiempo del primer modo. Cuando se retuvo el ciclo estacional, los coeficientes entre las anomalías estacionales del ICS contra Cla, ANM y TSM fueron 0.37, -0.31 y -0.47, respectivamente. Aunque los valores de los coeficientes fueron bajos, las relaciones mostraron lo que se esperaría para un sistema de surgencias costeras.

Los fuertes vientos favorables a las surgencias primaverales se asociaron con bajas temperaturas, altas concentraciones de biomasa y bajos niveles del mar en la zona costera. Pueden inferirse relaciones no-causales, ya que la presencia del ciclo estacional incrementa artificialmente los coeficientes de correlación y hace que la determinación de significancia estadística sea un problema (Chelton, 1982).

Al remover el ciclo estacional, Espinosa Carreón señala que los coeficientes de las correlaciones se redujeron y fueron marginalmente significativos en el caso del ICS contra ANM y TSM (con -0.23 y -0.29 respectivamente). Señala, asimismo, que no se apreció ninguna relación entre las series de tiempo no-estacionales del ICS y el primer modo no-estacional de clorofila.

Al relacionar la concentración de pigmentos con TSM y ANM, los resultados fueron los esperados. Los coeficientes de correlación entre Cla contra TSM y ANM fueron -0.49 y -0.33 respectivamente, con la presencia de altas concentraciones de pigmentos cuando el nivel del mar y la temperatura en la zona costera fueron bajos.

Espinosa Carreón, señala que tratar de relacionar la clorofila no-estacional con el agente forzante local (viento no-estacional) no es sencillo (Strub *et al.*, 1990), y que podrían ser citados varios problemas derivados de estas comparaciones. Sin embargo, la explicación más sencilla de las bajas correlaciones no-estacionales fue debida a que la señal de El Niño en el área de estudio fue muy corta; esta señal incrementa la ANM y hace que la pycnoclina sea más profunda (Durazo y Baumgartner, 2002) y, por tanto, la nutriclina, disminuyendo la disponibilidad de nutrientes en la zona eufótica y la concentración de clorofila (Lavaniegos *et al.*, 2002). Esto se puede presentar en la zona a pesar de que el índice de surgencia indicara que hubo condiciones favorables para las surgencias durante El Niño. Seguido del evento de El Niño, las series de tiempo mostraron que las anomalías de ANM y TSM fueron bajas, y que la concentración de pigmentos fue alta durante 1999 (Lavaniegos *et al.*, 2002), cuando la anomalía del ICS presentó valores positivos.

Sin embargo, las concentraciones de pigmentos fueron altas durante el 2000 y parte del 2001, con una anomalía casi negativa del ICS. Esto sugiere que durante este

período de estudio (1997-2002), en Baja California las anomalías del esfuerzo del viento “locales” no fueron el factor dominante que controló las anomalías de la concentración de pigmentos o que los índices del ICS no representaron fielmente las condiciones de la zona.

Así, Espinosa Carreón concluye que:

- ✓ La información de la concentración de pigmentos, nivel del mar y temperatura superficial del mar frente a Baja California ayudaron a identificar tres regiones: a) surgencias costeras, b) el Frente Ensenada y c) zonas con meandros y remolinos hacia el oeste y suroeste de Punta Eugenia.
- ✓ El ciclo estacional explicó la mayor parte de la varianza de la TSM en una gran área de la región oceánica, mientras que para la ANM la varianza explicada fue menor. El ciclo estacional de los pigmentos estuvo más confinado hacia la región costera (<50 km) que para ANM y TSM. Los cambios estacionales implican cambios en los vientos favorables a las surgencias. Sin embargo, a escalas no-estacionales los cambios en las anomalías mensuales del viento no parecen ser la principal fuente de variabilidad en las anomalías de pigmentos.
- ✓ La geometría de la costa (cabos, bahías y especialmente la presencia de Punta Eugenia) juega un papel muy importante en el patrón espacial estacional y no-estacional de los primeros tres modos de clorofila. Punta Eugenia también parece afectar al patrón estacional y no-estacional de la TSM. Predominó un remolino al oeste de Punta Eugenia, donde el 40% de la varianza de la ANM fue explicada por el ciclo estacional.
- ✓ En el área de estudio se evidenció el fuerte efecto de El Niño, siendo débiles los efectos de La Niña. Esta diferencia en los efectos es la que produce bajos coeficientes de correlación entre las anomalías no-estacionales para el viento (anomalías mensuales de ICS) y las anomalías no-estacionales de pigmentos para el primer modo.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

- ✓ No está totalmente entendido el origen de las concentraciones anómalas de clorofila durante El Niño frente a Baja California.

- **Sistema Ambiental Regional**

- *Caracterización, variabilidad espacial y temporal de la CLa.*

Espinosa Carreón (2004) caracteriza el efecto de algunos de los procesos de mesoescala como frentes, surgencias y remolinos en la biomasa fitoplanctónica de la región sur de la Corriente de California (CC) durante el año 2000, a partir de imágenes semanales de clorofila, nivel del mar y temperatura, así como datos *in situ* obtenidos de los programas CALCOFI e IMECOCAL.

Para esta caracterización seleccionó tres sitios: Frente Ensenada; Suroeste de Punta Eugenia, y Punta San Hipólito. Esta última se encuentra en la porción norte del Sistema Ambiental Regional, por lo que a continuación se retomará su análisis para establecer la condición de la CLa para el año 2000.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

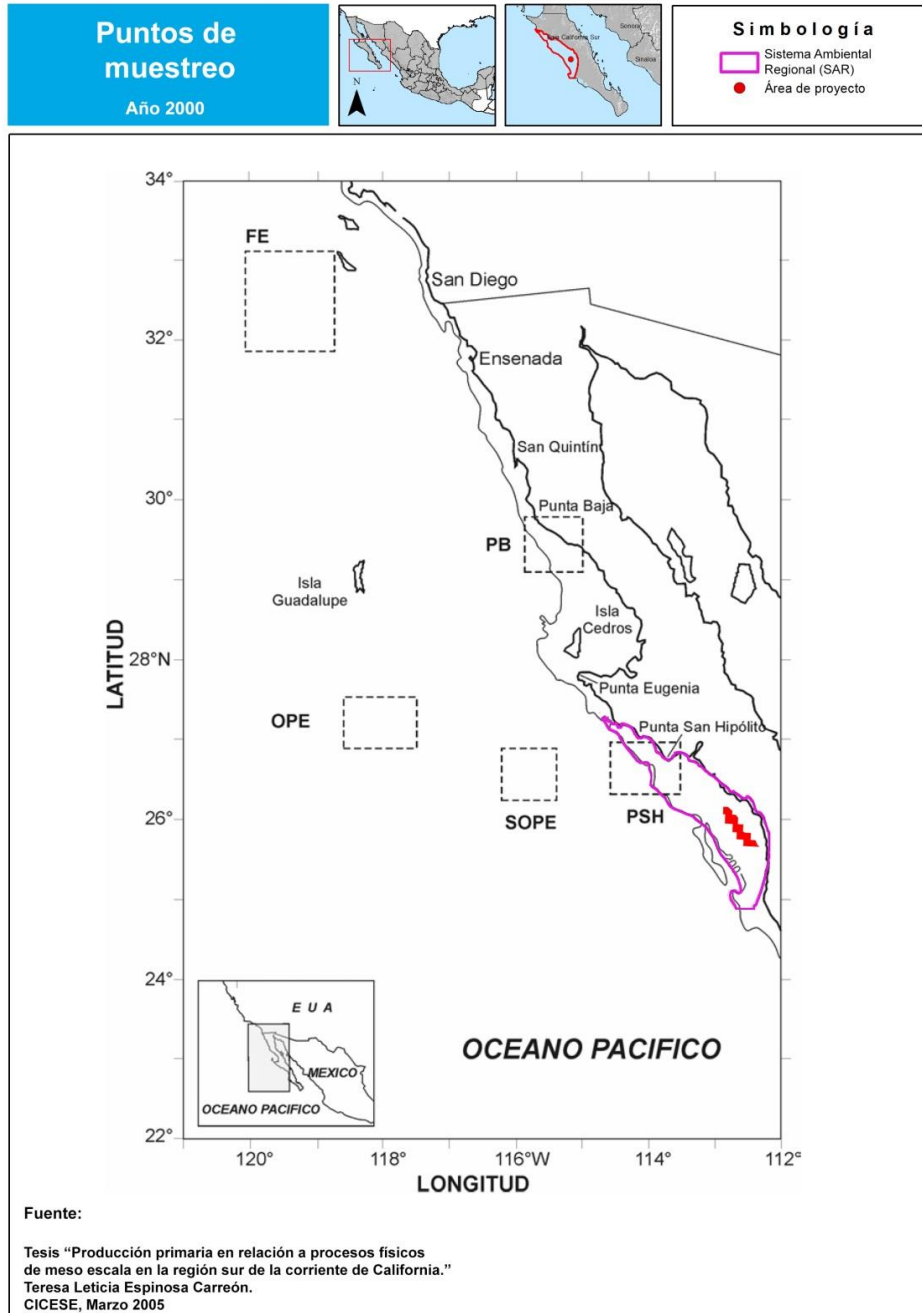


Figura IV.47. Localización de las áreas de muestreo y análisis propuestas por Espinosa Carreón en su trabajo para caracterizar el comportamiento de los procesos de mesoescala y la PPN en el año 2000. PSH corresponde a Punta San Hipólito en el sector norte del SAR.

En la serie de tiempo de Cla, ANM y TSM generada en el recuadro correspondiente a la PSH (Punta San Hipólito) (Figura IV.48.a), se observó que la anomalía positiva máxima de Cla se registró durante los meses de junio y julio ($\sim 6 \text{ mg m}^{-3}$), con dos anomalías positivas pequeñas de poca duración entre febrero y marzo ($\sim 1.7 \text{ mg m}^{-3}$) y en mayo ($\sim 0.7 \text{ mg m}^{-3}$).

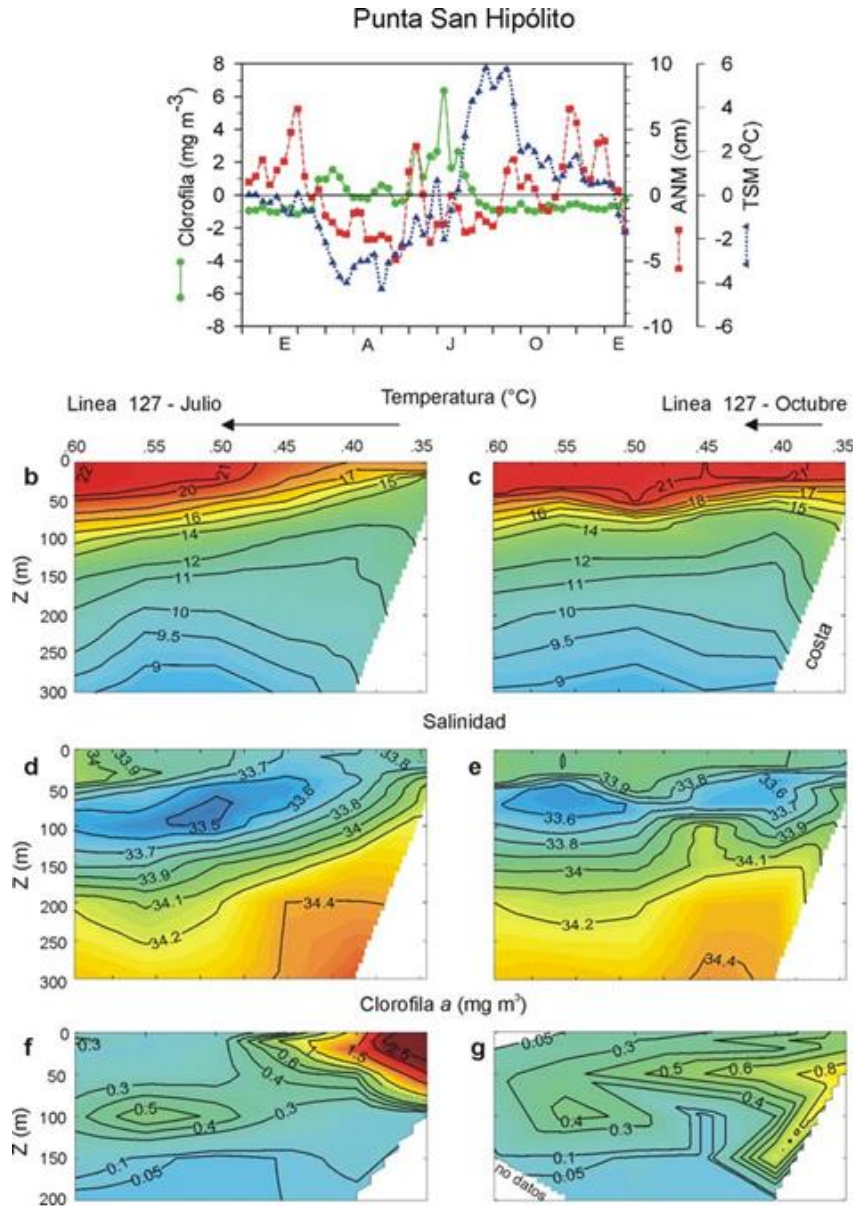


Figura IV.48. Datos obtenidos por Espinosa Carreón para la estación PSH, Punta San Hipólito (PSH): a) Series de tiempo de clorofila (CLA en mg m^{-3}), altura del nivel del mar (ANM en cm) y temperatura superficial del mar (TSM en $^{\circ}\text{C}$). Panel izquierdo secciones verticales de la línea 127 en Julio: b)

temperatura (°C), d) salinidad, f) clorofila (mg m^{-3}). Panel derecho secciones verticales en la línea 127 en Octubre: c) temperatura (°C), e) salinidad, g) clorofila (mg m^{-3}). Los valores medios para CLA, ANM y TSM fueron 1.4 mg m^{-3} , 91 cm y 18 °C respectivamente

FUENTE: Espinosa Carreón, L. 2005. Producción primaria en relación a procesos físicos de mesoescala en la región sur de la Corriente de California. Tesis de Doctorado. CICESE.

Una anomalía negativa del nivel del mar en la costa fue asociada a los procesos de surgencias definidas por la elevación de agua subsuperficial del mar, producida por el efecto del viento paralelo a la costa y por el flujo superficial geostrófico hacia el sur (Gómez-Valdez, 1984; Lynn y Simpson, 1987; Thomas *et al.*, 1994; Espinosa- Carreón *et al.*, 2004). Se observó una fuerte variabilidad de la ANM y aunque desde febrero se registraron anomalías negativas, la anomalía positiva de Cla fue de $\sim 1.7 \text{ mg m}^{-3}$.

Esto indica que a pesar de que podría haber disponibilidad de nutrientes en la superficie, no hay suficiente estabilidad en la columna de agua para continuar con el florecimiento del fitoplancton. Entre mayo y junio cambian las condiciones de la ANM, indicando que los procesos de surgencia se interrumpen durante dos a tres semanas, reiniciándose de nuevo y manteniéndose negativas de junio a septiembre. La TSM presentó un ciclo estacional bien definido, con anomalías negativas de diciembre de 1999 a julio del 2000, y positivas de agosto a noviembre, revelando los efectos de las surgencias así como el calentamiento superficial del agua.

Como las condiciones contrastantes en la PSH son en julio y octubre (Figura IV.48.a), se realizaron las secciones verticales de temperatura, salinidad y clorofila de la línea 127 de estos dos meses. En julio, la temperatura mostró un gradiente perpendicular a la costa (Figura IV.48.b.). En la región oceánica (estación 60), la temperatura superficial fue 22°C, mientras que en la región costera (estación 35) disminuyó a 17°C. De acuerdo con Gómez-Valdés (1984), la posición de la termoclina estacional (formada por la radiación solar incidente sobre la superficie del mar) es definida por la profundidad de las isotermas de 15° a 17°C. En julio, la termoclina estacional

presentó una elevación en la región oceánica (~100 m) hacia las estaciones costeras (~10 m). No se observó el rompimiento en la superficie de estas isotermas cerca de la costa (a excepción de las isotermas de 20°C y 21°C que llegan a la superficie entre las estaciones 45 y 50). En la región costera (entre las estaciones 35 y 45), se observó por debajo de los 100 m el hundimiento de las isotermas. Yoshida (1958) infiere que este patrón en la costa oeste de Norteamérica es resultado de una corriente hacia el polo en la capa inferior. Este flujo denominado como Subcorriente de California fue descrito posteriormente por Woster y Jones (1970) y Lynn y Simpson (1987).

La temperatura de la línea 127 mostró en octubre (Figura IV.48.c) un incremento en la estratificación y sólo la isoterma de 21°C rompió en la superficie. La termoclina estacional se situó entre 50 y 80 m mostrando sólo una ondulación a lo largo de la línea. En la región costera, la termoclina estacional se situó por debajo de los 30 m. Espinosa- Carreón *et al.* (en preparación) reportaron en julio (línea 127) un flujo costero con dirección hacia el ecuador con velocidad geostrofica de ~20 cm s⁻¹, y a la Subcorriente de California localizada cercana a la costa con dirección hacia el polo con velocidad geostrofica de ~10 m s⁻¹. Estos autores reportaron que en octubre el flujo costero con dirección hacia el ecuador se ha debilitado (~12 cm s⁻¹), mientras que el núcleo de la Subcorriente de California también se ha debilitado y retirado de la costa. Lynn y Simpson (1987) indican que en Punta Eugenia se presenta un patrón complejo en las corrientes predominantes debido a que los cabos y la línea de costa le confieren fuertes diferencias intrarregionales a los patrones de flujo costero creando condiciones locales. Esto fue recientemente confirmado por Zaytsev *et al.* (2003).

La sección vertical de salinidad en julio (Figura IV.48.d) mostró que el núcleo de la CC (salinidades <34.6) se localizó entre los 50 y 100 m de profundidad. Walsh *et al.* (1972) lo registraron entre 50-60 m frente a Punta San Hipólito, y Barton y Argote (1980) lo reportaron a 100 m de profundidad frente a Punta Colonet.

En la capa superficial se observó un gradiente marcado por la elevación y el rompimiento de las isohalinas de 33.7 a 34. En la región costera (estaciones 35 y 40), se observó también la elevación de las isohalinas pero al igual que en la temperatura

se restringen por debajo de los 10 m. Gómez-Valdés (1984), define la haloclina permanente como la profundidad donde la salinidad es de 33.6 a 33.8. En julio se observó que la haloclina permanente se ubicó en la región oceánica a ~130 m de profundidad y conforme se acerca a la costa, se hizo más somera llegando hasta ~10 m. Este ascenso es en respuesta al balance geostrófico y a las surgencias costeras. La sección vertical de salinidad en octubre mostró diferencias importantes. El núcleo de la CC está más comprimido, pero se observó una ligera elevación de las isopícnas en la zona costera. En toda la capa superficial se localizaron salinidades entre 33.8 - 33.9 y no hubo rompimiento en superficie de ninguna isohalina, excepto la de 33.9. En la zona costera (estaciones 35 y 40), se observó el descenso de las isohalinas hacia el talud. En la línea 127, en ambos meses, en los estratos superficiales se presentó agua más salada (>33.9), lo que sugiere la influencia del Agua Tropical Superficial.

La sección vertical de clorofila en julio (Figura IV.49.f.) mostró que entre las estaciones 50 a 60, la PMC (>0.4 mg m⁻³) se localizó a ~100 m. El máximo de clorofila se ubicó en el núcleo de la CC (Figura IV.42 g), lo cual sugiere que a esta profundidad hay disponibilidad de nutrientes y aunque la luz es limitante, es suficiente para efectuar los procesos de fotosíntesis e incrementar la biomasa fitoplanctónica (MacIsaac y Dugdale, 1972).

En la CC se presentó un máximo profundo de clorofila que cambia en profundidad y en concentración de la costa hacia el océano (Hayward *et al*, 1995). Este máximo se localizó al 1% de irradiancia superficial y puede contribuir hasta con el 10% de producción primaria integrada (Venrick *et al*, 1973; Millán-Núñez *et al*, 1996).

Los mecanismos de formación de este máximo profundo de clorofila en la región de la Corriente de California han sido descritos con anterioridad. Dicho máximo se forma a profundidades donde el fitoplancton es adaptado a bajas irradiancias (Anderson, 1969), asociado con la nutriclina (Cullen y Eppley, 1981). Durante el evento de El Niño, el máximo es más profundo y disminuye su concentración (Millán-Núñez *et al*, 1996). El máximo de clorofila que se situó alrededor de los 100 m en julio y octubre

explica una adaptación de las células fitoplanctónicas a bajas irradiancias asociadas a la nutriclina.

En la zona costera, fue evidente el efecto de la elevación de aguas subsuperficiales frías (Figura IV.48.a.) y ricas en nutrientes, manifestándose en un incremento en la biomasa del fitoplancton ($>3.5 \text{ mg m}^{-3}$). En el borde superior de la Figura IV.49.b, se observa una flecha que indica precisamente el efecto de las aguas de surgencia.

En la sección vertical de clorofila en octubre se observó para la región oceánica la PMC ($>0.4 \text{ mg m}^{-3}$) a $\sim 100 \text{ m}$. El máximo de clorofila se ubicó por debajo de la termoclina estacional (Figura IV.48.b). En la zona costera, se observó que el máximo de clorofila ($>0.8 \text{ mg m}^{-3}$) se encontró relegado hacia el talud continental, a $\sim 50 \text{ m}$ justo por encima de la termoclina estacional.

Longhurst (1967), muestra que en un sistema de surgencias bien desarrollado las especies fitoplanctónicas dominantes son principalmente diatomeas (*Coscinodiscus sp.* y *Chaetoceros sp.*). Sin embargo, Walsh *et al.* (1974), en su estudio efectuado en marzo de 1972 frente a Punta San Hipólito, señalan que la especie dominante fue el dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum*-Stein, 1833 (Dodge, 1985). Durante las dos semanas del estudio de Walsh *et al.* (1974) se encontró que la surgencia estuvo bien desarrollada (pero no en su fase más intensa), con una velocidad vertical de 10 m d^{-1} , la concentración superficial de nitratos $>2\mu\text{M}$, y la concentración de clorofila de $5\text{-}10 \text{ mg m}^{-3}$. La ausencia de diatomeas dominantes al inicio del período de surgencias en Punta San Hipólito no fue explicada satisfactoriamente por Walsh *et al.* (1974), pero proponen que la sucesión de especies de dinoflagelados a diatomeas ocurre cuando las surgencias se intensifican.

➤ **Razón entre la profundidad de la capa de mezcla y la zona eufótica (CM/Zeu).**

Espinosa Carreón explica que hay dos escenarios de la relación entre la capa de mezcla (CM) y la zona eufótica (Zeu).

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

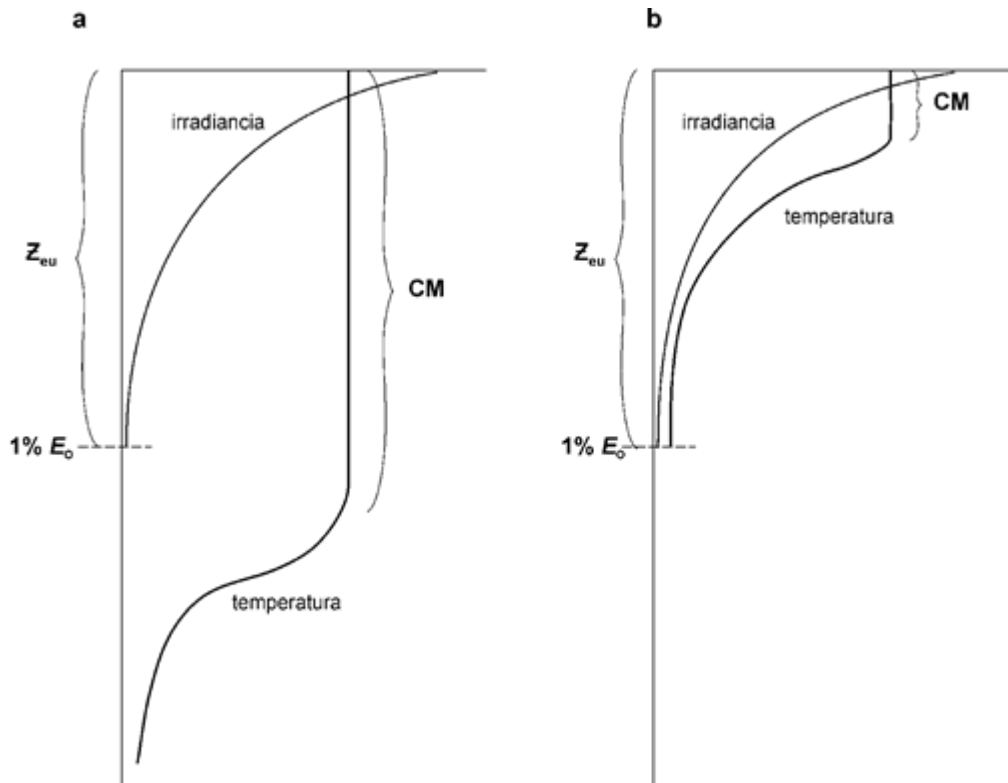


Figura IV.49. Diagrama conceptual propuesto por Espinosa Carreón de la relación entre la capa de mezcla y la profundidad de la Zona eufótica (Z_{eu}), 2005, pp. 114.

FUENTE: Espinosa Carreón, L. 2005. Producción primaria en relación a procesos físicos de mesoescala en la región sur de la Corriente de California. Tesis de Doctorado. CICESE.

En el primero, la razón entre la capa de mezcla y la zona eufótica $[(CM/Z_{eu})]$ fue mayor a uno (Figura IV.49.a). En este escenario, la termoclina se localizó por debajo de la zona eufótica, por lo que la zona eufótica tiene limitación por nutrientes; la producción primaria es principalmente regenerada, y bajos Pm^* indican que las células fitoplanctónicas están fotoaclimatadas en promedio a bajas irradiancias (Falkowski y Owens, 1980). Además, en este escenario el parámetro de fotoadaptación (E_k , intensidad de luz a la cual el fitoplancton inicia la saturación) es bajo.

En el segundo escenario, la razón entre la capa de mezcla y la zona eufótica es mucho menor a uno (Figura IV.49.b). Bajo esta situación, la termoclina se encuentra dentro de la zona eufótica, por lo que no hay limitación de luz en la capa de mezcla; la producción primaria nueva se incrementa; las células están fotoaclimatadas a altas irradiancias; P_m^* y E_k se incrementan (Cote y Platt, 1983; Behrenfeld y Falkowski, 1997).

Un ejemplo representativo para el primer escenario sería un remolino anticiclónico donde la termoclina está a una mayor profundidad y la CM se incrementa. El segundo se podría presentar en un remolino ciclónico, donde la termoclina es más somera y la CM disminuye (McGillicuddy *et al.*, 1998). Sin embargo, no sólo en los remolinos puede variar la relación CM-Zeu.

Cuando se presentan procesos de surgencias en la zona costera, las isothermas se elevan hacia la costa y la CM también disminuye, derivando hacia el segundo caso. En el lado frío de las zonas frontales, la CM también disminuye (Gaxiola-Castro y Álvarez-Borrego, 1991). Cuando la radiación solar se incrementa de invierno a primavera y verano, el agua superficial del océano gana calor y se estratifica la columna de agua, por lo que la CM disminuye y la proporción CM/Zeu es menor.

➤ ***Caracterización de la Capa de Mezcla y Zona Eufótica para el año 2000.***

Para el año 2000, Espinosa Carreón identificó que la razón entre CM/Zeu disminuyó en promedio de 0.89 en enero, a 0.75 y 0.41 en abril y julio, con un ligero incremento a 0.63 en octubre. Hubo un calentamiento progresivo de la capa superficial debido al incremento de la radiación solar durante el año. El incremento de la razón CM/Zeu en octubre mostró el enfriamiento de la capa superficial del mar, con el consecuente

incremento de la capa de mezcla. En enero los días son cortos, la irradiancia superficial es menor y la capa superficial se enfría. Los procesos de convección y los conducidos por el viento causan que la capa de mezcla se incremente (en promedio es de 60 m).

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

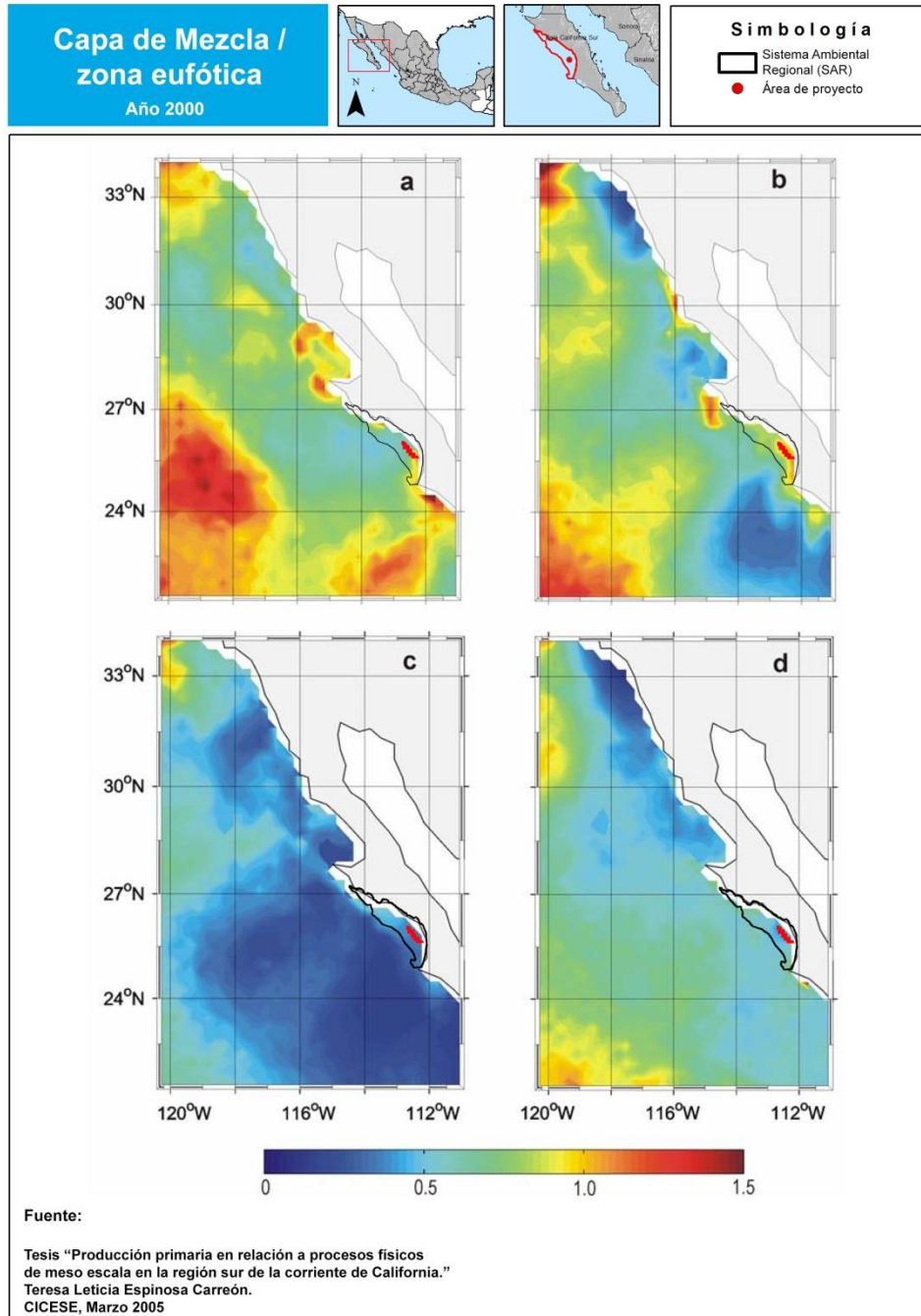


Figura IV. 290. Razón de la capa de mezcla/zona eufótica. a) enero, b) abril, c) julio y d) octubre. Los valores promedio en cada mes fueron de 0.89, 0.75, 0.41 y 0.63, respectivamente. El valor de la proporción promedio de la capa de mezcla que está contenida en la zona eufótica en los cuatro meses fue de 0.6

FUENTE: Espinosa Carreón, L. 2005. Producción primaria en relación a procesos físicos de mesoescala en la región sur de la Corriente de California. Tesis de Doctorado. CICESE.

La razón promedio de CM/Zeu se redujo de 0.89 en enero a 0.75 en abril. El incremento de la radiancia incidente en la superficie del océano de 352 $\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en enero a 582 $\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en abril explica el calentamiento de las capas superficiales y el incremento de la estratificación entre enero y abril, con la consecuente reducción de la profundidad promedio de la capa de mezcla de 60 m a 50 m.

El esfuerzo del viento obtenido del QuikScat indicó valores altos durante abril del 2000, por lo que la capa de mezcla promedio registrada en abril fue producida por el calentamiento de las capas superficiales y por un esfuerzo del viento alto. Sin embargo, la profundidad de la capa de mezcla también determinó que las células fitoplanctónicas estuvieran en condiciones de baja irradiancia promedio, lo cual fue la causa de la disminución en el Ek en la capa de mezcla. El incremento tanto de la biomasa como de los parámetros fotosintéticos derivaron en una mayor producción promedio de 554 $\text{mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

La razón promedio de CM/Zeu se redujo de 0.75 en abril a 0.41 en julio. A pesar de que la irradiancia que recibió la región en julio (594 $\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) fue similar a la de abril (582 $\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); sin embargo, el esfuerzo del viento derivado del QuikScat indicó una disminución en julio, por lo que al haber una irradiación solar similar en ambos meses, pero una disminución del viento en julio, esto se manifestó en una capa de mezcla menor (en promedio fue de 27 m).

Durante julio, el proceso de estratificación continúa y la picnoclina representa una barrera para el transporte de nutrientes hacia las capas superficiales. Bajo estas condiciones, es de suponer que el fitoplancton incorpora sólo los nutrientes regenerados presentes en la capa de mezcla, mientras es consumido por el zooplancton que excreta productos nitrogenados en forma de amonio y urea.

La razón CM/Zeus se incrementó de 0.41 en julio a 0.63 en octubre, lo que indica que la capa superficial se estaba enfriando y la profundidad de la capa de mezcla se estaba incrementando.

➤ ***Caracterización de la PPN para el año 2000.***

En enero y octubre, se observó un patrón similar de la producción primaria (PPCM), con tasas de asimilación de $\sim 250 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en la zona costera y $< 100 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en la zona oceánica. En abril, la PPCM se incrementó en toda el área de estudio, registrándose valores $> 1000 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en la zona costera y en el Frente Ensenada (FE) y $> 250 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en la zona oceánica. En julio disminuyó la PPCM en toda el área, manteniéndose tasas de asimilación $> 1000 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ sólo en dos áreas: en Bahía Vizcaíno y en toda la región al oeste y sur de Punta Eugenia. La distribución de la producción primaria refleja los mecanismos de fertilización de las zonas de surgencia y del FE principalmente en abril. Aunque el efecto de las surgencias es menor en julio, su resultado se mantuvo en ciertas localidades.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

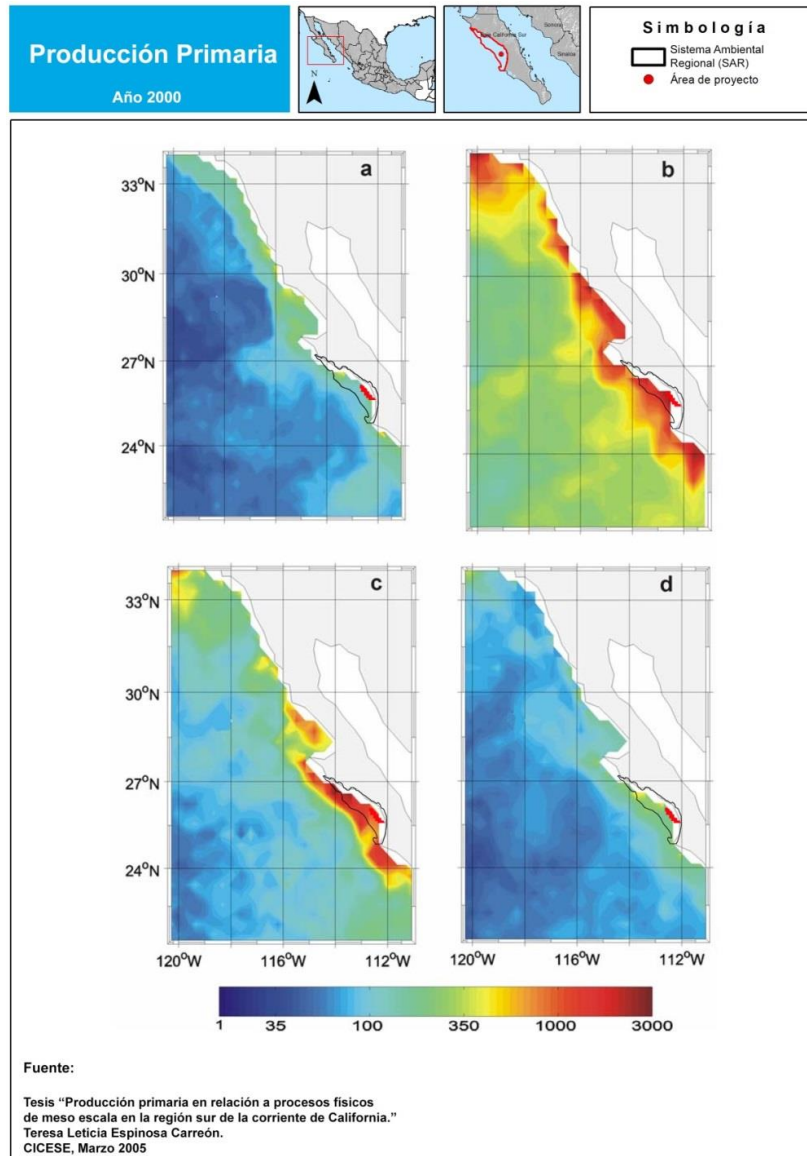


Figura IV. 301. **Producción primaria estimada en la capa de mezcla (PPCM; $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$).**

a) enero, b) abril, c) julio y d) octubre del 2000 por Espinosa Carreón, 2005.

FUENTE: Espinosa Carreón, L. 2005. Producción primaria en relación a procesos físicos de mesoescala en la región sur de la Corriente de California. Tesis de Doctorado. CICESE.

La razón entre CM/Zeu disminuyó en promedio de 0.89 en enero. En este mes los días son cortos, la irradiancia superficial es menor y la capa superficial se enfría. Los

procesos de convección y los conducidos por el viento causan que la capa de mezcla se incremente (en promedio es de 60 m). En este mes, la biomasa fitoplanctónica promedio estimada por el sensor remoto fue baja (0.23 mg m^{-3}) y la irradiancia promedio fue de $352 \text{ } \mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. El fitoplancton estuvo acondicionado a bajas/intermedias irradiancias ($E_k=208 \text{ } \mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), el P_m^* promedio fue de $2.97 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1}$ y el P_m^* promedio fue de $0.015 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ($\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Por lo anterior, se esperaba que la producción primaria promedio fuera baja en enero ($88 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). En este mes, la proporción promedio de la producción primaria en la capa de mezcla que está contenida en la zona eufótica (PPCM/PPZeu*100) fue de 71%.

En abril la biomasa fitoplanctónica se incrementó (0.45 mg m^{-3}). El incremento de P_m^* ($5.85 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1}$) y de $(*(0.032 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1} (\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1})$) muestran una posible fotoaclimatación del fitoplancton o un cambio en la composición de las especies dominantes. El E_k ($187 \text{ } \mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) indicó que las células fitoplanctónicas estuvieron acondicionadas a bajas/intermedias irradiancias. El incremento de la irradiancia incidente en la superficie del océano de $352 \text{ } \mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en enero a $582 \text{ } \mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en abril explica el calentamiento de las capas superficiales y el incremento de la estratificación entre enero y abril, con la consecuente reducción de la profundidad promedio de la capa de mezcla.

La profundidad de la capa de mezcla también determinó que las células fitoplanctónicas estuvieran en condiciones de baja irradiancia promedio, lo cual fue la causa de la disminución en el E_k en la capa de mezcla. El incremento tanto de la biomasa como de los parámetros fotosintéticos derivó a una mayor producción promedio de $554 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Esto representó un incremento de seis veces en la producción primaria con respecto a enero. La razón promedio de PPCM/PPZeu fue de 66%. Los datos anteriores indican que el principal factor que afectó el incremento en

la producción primaria en abril en el área frente a Baja California fue el incremento de radiación solar, así como el inicio de las surgencias costeras.

La alta producción primaria en abril se extendió en casi toda el área de estudio, lo que sugiere una advección de la zona costera hacia la región oceánica y/o que la proporción entre la estratificación/mezcla y la radiación solar son lo suficientemente adecuadas para incrementar la producción primaria en toda el área de estudio propuesta por Espinosa Carreón para su investigación. Las estimaciones de producción primaria a partir del modelo de producción vertical generalizado (VPGM) de Behrenfeld y Falkowski (1997) reportadas por Cepeda-Morales (2004) para abril del 2000 muestran un patrón similar, aunque el valor de producción primaria que reporta este autor fue 44% mayor al que se reporta en este estudio.

Aunque la biomasa fitoplanctónica promedio en la superficie fue similar en abril y julio (0.45 mg m^{-3} y 0.42 mg m^{-3} , respectivamente), el P_m^* fue ligeramente mayor ($6.48 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1}$), (* disminuyó a $0.011 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ($\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) $^{-1}$ y E_k se incrementó a $563 \mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Sosa-Avalos (2002), reportó para la misma región frente a Baja California, que en el verano de 1999 la disminución de P_m^* se relacionó con una mayor abundancia de dinoflagelados, aunque podría también presentar una respuesta a temperaturas mayores (Cote y Platt, 1983; Behrenfeld y Falkowski, 1997; Gaxiola-Castro *et al.*, 1998).

En julio la producción primaria promedio fue de $310 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, la cual representa una disminución de la producción primaria con respecto a abril del 44%. La razón PPCM/PPZeu disminuyó de 66% en abril a 36% en julio. Aunque se presentó un incremento importante en la producción primaria en abril y una disminución en julio, no se puede discutir que en la zona de estudio en general haya explícitamente un florecimiento de primavera, debido a que la biomasa fitoplanctónica superficial que se registró en los dos meses fue similar ($\sim 0.43 \text{ mg m}^{-3}$). La disminución de la producción

primaria en julio frente a Baja California puede ser debida a una reducción importante en la profundidad de la capa de mezcla, así como a un cambio en la composición específica del fitoplancton. Cepeda-Morales (2004), reportó para julio del 2000 una distribución similar de producción primaria, aunque este autor reporta valores de producción primaria 65% superiores a los reportados por Espinosa Carreón en su trabajo, 2005.

Para octubre, la capa superficial se estaba enfriando y la profundidad de la capa de mezcla se estaba incrementando. El Ek muestra que el fitoplancton estaba adaptado a altas irradiancias. La biomasa fitoplanctónica promedio disminuyó de 0.42 mg m^{-3} en julio a 0.19 mg m^{-3} en octubre. El P_m^* disminuyó de $6.48 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en julio a $4.78 \text{ mgC (mgCla)}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en octubre, P_m^* probablemente asociada a factores como la disminución en la concentración de nutrientes en la capa de mezcla o como respuesta a la disminución de la irradiancia superficial. Sin embargo, Álvarez-Borrego y Gaxiola-Castro (1988), sugieren para su estudio realizado en el Golfo de California, que la turbulencia y la radiación solar tienen más peso que la concentración de nutrientes para efectuar un cambio en P_m^* . A partir de las condiciones anteriores se esperaría que la producción primaria en octubre fuera baja, registrándose en promedio $125 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. En este caso, la producción primaria en octubre representó el 40% de la registrada en julio. Sin embargo, la razón PPCM/PPZeu se incrementó de 36% en julio a 42% en octubre, lo cual es atribuido a un incremento en la profundidad de la capa de mezcla.

La producción primaria para Punta San Hipólito indicó bajos valores en enero $<200 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; en abril fue de $\sim 1200 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, donde la producción primaria se incrementó en julio a $\sim 2800 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (con una desviación de $\pm 1600 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), para disminuir en octubre a $<200 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Los coeficientes de correlación inversa entre Cla y ANM, y CLA y TSM fueron significativos cuando se consideró la serie completa (n=55), al incluir sólo la serie de tiempo donde con producción primaria

(n=19), las correlaciones inversas entre la CLA y ANM, y entre PPCM y ANM fueron significativas, así como la relación entre Cla y PPCM.

La serie de tiempo mostró dos aspectos sobresalientes:

- a) La época de surgencias se inició a finales de febrero-marzo, cuando la ANM y la TSM presentaron anomalías negativas. Sin embargo, la respuesta del fitoplancton para incrementar su biomasa y que se refleje en un incremento en la producción fue muy baja en este período, debido a la baja estabilidad en la columna de agua.
- b) La variabilidad de ANM indicó que el período de surgencias intensas que comenzó a principios de marzo fue interrumpido en junio por una relajación de tres semanas. Este período de relajamiento fue suficiente para que la columna de agua ganara estabilidad y la biomasa fitoplanctónica se adaptara a las condiciones de estratificación/mezcla, observando un incremento gradual en la clorofila durante este mes. Al reiniciarse las surgencias, las células fitoplanctónicas se adaptaron rápidamente a la dinámica y en julio se generó un florecimiento del fitoplancton.

En julio la biomasa y la producción primaria se incrementaron prácticamente en una semana (hasta alcanzar 6 mg m^{-3} y $4,800 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, respectivamente). La razón porcentual de CM/Zeu disminuyó de 0.82 en abril a 0.48 en julio. La Zeu disminuyó de 33 m en abril a 27 m en julio, mientras que la CM disminuyó de 27 m en abril a 13 m en julio. Esta información indica un incremento en la abundancia de células fitoplanctónicas y de partículas en suspensión, lo que incrementa la absorción de luz en la columna de agua, por lo que Zeu se reduce.

Por otro lado, la disminución en la CM es debida al incremento del calentamiento del agua. Carr y Kearns (2003) reportaron para esta zona de surgencia durante abril,

mayo y junio del 2000, valores de producción primaria integrados en la zona eufótica de hasta $5,000 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Cervantes-Duarte *et al.* (1993) reportaron para junio de 1989 en Punta San Hipólito una estimación de producción primaria nueva de $6,400 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. En Punta San Hipólito se han obtenido valores promedio de producción primaria de $7,100 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ para un evento de surgencia con duración de dos semanas (Walsh *et al.*, 1974).

La P_m^* disminuyó de $0.027 \text{ mgC (mgCla)}^{-1}\text{h}^{-1}$ ($\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)⁻¹ en abril a $0.013 \text{ mgC (mgCla)}^{-1}\text{h}^{-1}$ ($\mu\text{moles cuanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)⁻¹ en julio. De acuerdo con Cullen *et al.* (1992), la magnitud de este parámetro depende de la calidad espectral de la luz y de las características de absorción del fitoplancton. Si se supone que la calidad espectral de la luz en la columna de agua es similar en abril y julio, entonces la diferencia de magnitud de P_m^* estaría dada por especies fitoplanctónicas diferentes (Sosa Avalos, 2002).

Geider (1993), menciona que la disminución de P_m^* puede deberse a efectos de autosombreado. P_m^* y E_k también se incrementaron, lo que sugiere una fotoaclimatación a mayores irradiancias. Gaxiola-Castro y Álvarez-Borrego (1986), en un estudio realizado en el Océano Pacífico, reportaron altos valores de P_m^* , relacionados con flujos de nutrientes a través de la termoclina y/o regeneración de nutrientes. Cote y Platt (1983), Behrenfeld y Falkowski (1997) y Gaxiola-Castro *et al.* (1999) sugieren la asociación entre P_m^* y la temperatura, mientras que Cullen *et al.* (1992) indican que la temperatura no es un factor importante en el control de los parámetros fotosintéticos. Sin embargo, además de la temperatura, otros factores que modifican la magnitud de P_m^* son principalmente la aclimatación al régimen de irradiancia (Cote y Platt, 1983; Behrenfeld y Falkowski, 1997).

Álvarez-Borrego y Gaxiola-Castro (1988) sugieren que la turbulencia y la radiación solar tienen más peso que la concentración de nutrientes para modificar los valores de Pm^* y que la turbulencia moderada causa valores altos de ($*$ y de Pm^*).

A partir de las anomalías de la ANM y de acuerdo con Gill (1982), se puede establecer una asociación entre la altura del nivel del mar y la profundidad de donde provienen las aguas subsuperficiales durante las surgencias. Así, para Punta San Hipólito el período de surgencias inició a finales de marzo y el agua subsuperficial provino de la profundidad de 30-40 m. Este evento fue seguido de un período de relajamiento en junio, lo cual permitió que la columna de agua se estratificara, así como una adaptación del fitoplancton a esas condiciones ambientales. Cuando en julio se reinicia el período de surgencias (aunque la intensidad fue menor), la respuesta del fitoplancton es muy rápida produciendo un marcado florecimiento en la región.

IV.3.3. Caracterización del fondo marino.

IV.3.3.1. Geología

Geológicamente, esta región se encuentra entre los límites comprendidos, al oriente, por la secuencia volcánica de la Sierra Madre Occidental; al poniente, por las costas del Pacífico de la Península de Baja California y Sinaloa; y al sur, por el límite norte del eje neovolcánico (Moran, 1980). La Península de Baja California presenta una alta complejidad estructural y de afloramientos rocosos, lo que hace difícil la reconstrucción estratigráfica de la región y de los sucesos que le dieron origen. La subdivisión de la península en subprovincias da como resultado que la región de la Bahía de Ulloa se encuentre en la cuenca Ballenas-Iray-Magdalena. Los principales elementos tectónicos de la Península de Baja California se pueden resumir de la siguiente manera:

En el borde occidental, correspondiente a la Isla de Cedros, Península de Vizcaíno y las Islas de la Bahía Magdalena, se reconoce la presencia de conjuntos petrotectónicos de afinidad oceánica que influyen porciones de complejos ofiolíticos y secuencias tipo mélange, que abarcan desde el Triásico hasta el Jurásico Superior. Estos conjuntos han sido interpretados como el resultado de la evolución estructural de una paleocorteza oceánica y marcan un antiguo límite convergente. Se les ha relacionado, además, con conjuntos similares de California que influyen a la Formación Franciscana. Al este de los conjuntos anteriores, se observa una franja volcánico—plutónica del Jurásico—Cretácico Inferior que se desarrolló, al menos parcialmente, sobre la corteza oceánica y que constituye un antiguo arco volcánico con afinidad calcoalcalina, como los que se desarrollan típicamente en las franjas paralelas a los límites convergentes. Esta franja volcánico-plutónica aflora en la mitad occidental de la Baja California Norte; se extiende debajo de la cubierta volcánica de la Sierra de la Giganta y alcanza probablemente la región del Cabo. Al oriente del dominio anterior, aparece una franja de secuencias metasedimentarias clásticas de borde continental (Gastil *et al.*, 1981), traslapada parcialmente por el conjunto volcánico-plutónico. Esta franja es de edad probablemente triásica y se encuentra formando la mitad oriental de la Baja California Norte. En el extremo este, se presentan algunos afloramientos aislados de rocas calcáreas y detríticas muy deformadas que han sido atribuidas al Paleozoico.

La evolución tectónica de Baja California durante el Paleozoico parece haber estado relacionada a la margen continental de la cordillerana del borde occidental de Norteamérica; sin embargo, ofrece algunos detalles distintos en su evolución. Las escasas secuencias expuestas en el oriente de Baja California Norte, además de las secuencias calcáreas y detríticas de Sonora, revelan la presencia durante esta era de un dominio de margen pasiva para el noroeste de México. Este tipo de situación tectónica ha sido también interpretada para gran parte de la Cordillera Norteamericana; sin embargo, se han identificado dos episodios de deformación orogénico para esta región; el primero de ellos ocurrió en el Devónico Carbonífero

(Orogenia Antier), y el segundo en el Permo-Triásico (Orogenia Sonoma). Ambos eventos han sido interpretados recientemente como colisiones de arcos intraoceánicos contra la margen pasiva de Norteamérica, lo que provocó el emplazamiento de los alóctonos de las montañas Roberts y Galconda sobre las secuencias del miogeoclinal de la Cordillera (Dickinson, 1981). Entre estos dos eventos se reconoce, sin embargo, la incidencia de condiciones de margen pasiva. En Baja California no han sido identificados episodios de colisión ni las secuencias de arco alóctonas; sin embargo, Gastil *et al.* (1981) sugieren la posible existencia de una trinchera o cuenca marginal en el borde del cratón.

Para el Triásico, persisten en Baja California condiciones de margen pasiva evidenciadas por una aparente estabilidad tectónica, y por la ausencia de componentes volcánicos de arco en la secuencia metasedimentaria de la Península. Sólo la Formación San Hipólito del Triásico Superior, en la región de Vizcaíno, revela un límite convergente probablemente desarrollado hacia el interior del océano y posteriormente acrecionado (Gastil *et al.*, 1981).

Para el Jurásico, se inicia el desarrollo de un dominio de arco insular al oeste del límite del cratón y su cuña sedimentaria triásica. Este arco evoluciona, al parecer, contemporáneamente al que se ha reportado sobre la corteza continental (Rangin, 1978). Gastil *et al.* (1981), consideran a estos dos arcos asociados a diferentes zonas de subducción que evolucionaron en forma paralela; uno de ellos relacionado a una trinchera intraoceánica y el otro, a una trinchera del borde del cratón.

La colisión del arco intraoceánico de la Formación Alisitos contra la margen del cratón, ocurrió aparentemente en distintos episodios debido a la presencia de fallas de transformación entre trincheras que desplazaban los distintos segmentos de arco. El episodio principal de colisión parece haber ocurrido en Baja California durante el Canomaniano. Este fenómeno generó una primera fase de deformación que plegó,

metamorfizó y levantó las secuencias volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias anteriores, al tiempo que continuaban los principales emplazamientos batolíticos (Gastil *et al.* 1981).

Para el Cretácico Superior y parte del Cenozoico, persistió sólo una zona de subducción ubicada en la margen occidental de Baja California que marcaba el límite convergente entre la Placa Farallón y la Placa Norteamericana. Los levantamientos de la región de Baja California y el noroeste de México en general propiciaron, durante el Cretácico Superior, un importante aporte de detritos hacia el oriente en un marco general de regresión marina hacia el este. El volcanismo asociado a la subducción en la margen occidental de Baja California durante el Cretácico Superior y Paleógeno, ha sido reconocido principalmente en la porción continental de México, y es hasta el Mioceno cuando se expresa en la Península con secuencias piroclásticas de la Sierra de la Giganta y otros centros eruptivos en Baja California.

En el Oligoceno se inició la colisión de la dorsal del Pacífico con la Placa Norteamericana. Esta dorsal dividía a la Placa Farallón, ahora extinguida, de la Placa Pacífica y se encontraba aparentemente formada de segmentos desplazados por numerosas fallas de transformación. Según los modelos de Makenzie y Morgan (1969) y Atwater (1970), la colisión del primer segmento de la dorsal contra la placa Norteamericana se inició hace aproximadamente 30 millones de años, en un punto ubicado en la actual Baja California. A partir del primer contacto de las Placas Pacífica y Norteamericana, se inicia un movimiento lateral derecho a lo largo del límite creciente de ambas placas con una velocidad de 6 cm por año. Este movimiento lateral puede haber ocurrido, en sus etapas iniciales, a lo largo del borde continental de Norteamérica y, posteriormente, pudo haber ocupado la franja actual del Sistema San Andrés y Golfo de California (Atwater, 1970). La apertura del Golfo de California y el desarrollo de su sistema dorsal se inicia hace 4 millones de años. Este sistema es la manifestación del movimiento relativo entre la Placa Norteamericana y la Placa del

Pacífico, y encuentra su prolongación meridional en el Sistema San Andrés. El movimiento de Baja California hacia el noroeste está posiblemente ligado a los lineamientos tectónicos que la cortan diagonalmente, y las emisiones basálticas alcalinas del pliocuaternario que se encuentran en numerosas localidades de la Península.

La Bahía de Ulloa se encuentra, como se ha dicho, en la cuenca Ballenas-Iray-Magdalena, que limita al norte con la cuenca Vizcaíno. Las cuencas Vizcaíno y Ballenas-Iray-Magdalena abarcan la mitad occidental de la mayor parte del Estado de Baja California Sur; están representadas por zonas de topografía suave en donde se encuentran expuestas secuencias cuyo rango geocronológico va desde el Triásico hasta el Reciente. Estructuralmente, estas zonas constituyen dos grandes depresiones en forma de sinclinal, de orientaciones generales noroeste-sureste, conformadas por rocas cretácicas y cenozoicas. Se ha reportado para la región la existencia de un bloque levantado de rocas ofiolíticas que divide a estas dos depresiones estructurales, la cuenca Vizcaíno y la cuenca Ballenas-Iray-Magdalena. Este bloque tiene una orientación perpendicular a la dirección de la península y está ubicado entre los paralelos 27 y 28 °N, específicamente en Punta Eugenia. Geológicamente, Punta Eugenia marca el límite norte de la Bahía de Ulloa, y fisiográficamente, queda en el Cañón El Puma que se ubica en la parte sur de Punta Eugenia. Sobre el alto estructural antes mencionado, se encuentran las secuencias cretácicas que hacia el centro de ambas depresiones logran grandes espesores. El flanco suroccidental de estas estructuras mayores está representado por afloramientos de rocas más antiguas que forman complejos ofiolíticos y secuencias triásico-jurásicas parcialmente metamorfizadas. En la porción axial de las estructuras se localizan los afloramientos de las formaciones cenozoicas más jóvenes, mientras que en el flanco nororiental afloran algunos cuerpos del complejo batolítico de Baja California, aunque generalmente se encuentra cubierto por la secuencia del Mioceno y Plioceno de la Formación Comondú. La secuencia más antigua de esta región la constituyen las rocas

volcánicas y sedimentarias, parcialmente metamorfizadas, que afloran en Punta Prieta, San Hipólito e Isla de Cedros.

En la Isla de Cedros, Península de Vizcaíno y el área de la Bahía Magdalena existen conjuntos petrográficos mesozoicos que forman un mosaico intrincado de terrenos tanto de afinidad oceánica como de arco volcánico. La secuencia más antigua de la región está constituida por las rocas sedimentarias triásicas de la Península de Vizcaíno. Originalmente, Mina (1956) denominó a esta secuencia Formación San Hipólito en la localidad homónima y la correlacionó, por similitud litológica, con la Formación Franciscana de California, colocándola tentativamente en el Jurásico Superior. Posteriormente Finch y Abbott (1977) la ubicaron, por su contenido de microfósiles y radiolarios, en el Triásico Superior. La asociación de pedernal, litarenitas volcánicas y bloques incluidos de calizas arrecifales, formando una secuencia subyacente por basaltos almohadillados, así como la ausencia aparente de detritos derivados del cratón, indican que esta unidad se depositó en una cuenca oceánica asociada a un arco de islas volcánicas en el marco de un límite convergente (Finch *et al.*, 1979; Gastil *et al.*, 1981).

Existen también afloramientos de secuencias de afinidad oceánica que incluyen ofiolitas y mélanges y que han sido atribuidos al Jurásico, por su contenido de radiolarios (Rangin, 1978). Estas unidades afloran tanto en la Isla de Cedros como en la Península de Vizcaíno. En las islas Santa Margarita y Magdalena, afloran rocas ultramáficas parcialmente serpentinizadas como una fracción aparente de un complejo ofiolítico relacionado con aquellos de Vizcaíno y Cedros. Se han reconocido además, para esta región, conjuntos volcánicos, volcanoclásticos y sedimentarios del Jurásico Superior y Cretácico Inferior con un basamento ofiolítico formando la secuencia que originalmente Mina (1956) denominó Formación Eugenia.

El Cretácico Superior está representado en esta región de Baja California Sur por una secuencia detrítica del intervalo Cenomaniano—Maestrichtiano que sobreyace, en aparente discordancia angular, a las secuencias anteriores. Esta unidad fue denominada como Formación Valle por Mina (1956), e incluye facies turbidíticas de abanico de pie de talud (Patterson, 1979). Se le ha reconocido en afloramientos de la Península de Vizcaíno y en el subsuelo de las dos cuencas cenozoicas de esta región, Ballenas-Iray-Magdalena.

Las formaciones sedimentarias del Cenozoico forman la mayor parte del relleno de las cuencas de Vizcaíno y Purísima-Iray-Magdalena, o formación Ballenas-Iray-Magdalena, y tienen como características principales su poca consolidación, una posición subhorizontal en los estratos y carácter clástico marino.

Los afloramientos de los sedimentos del Paleoceno son escasos; no obstante, se han llegado a reconocer espesores de más de 2000 m en el subsuelo, gracias a las perforaciones realizadas por Petróleos Mexicanos (Lozano, 1976), en donde se han cortado litologías diversas con predominancia de lutitas de facies de talud. A esta época corresponden las formaciones Santo Domingo y Malarrimo (Mina, 1956), la última de las cuales descansa en discordancia sobre las formaciones cretácicas. Los afloramientos del Eoceno están representados principalmente por secuencias de areniscas y lutitas que han sido denominados como Formación Bateque, en el área de Vizcaíno, y como Formación Tepetate, en el área de la Purísima (Bahía de Ulloa), en donde la parte inferior de la secuencia pertenece al Paleoceno. Los sedimentos correspondientes a esta época han sido reconocidos en las perforaciones de Pemex (Lozano, 1976), principalmente en el área de la Purísima, en donde alcanzan hasta un espesor de 500 m. En esta porción de la Baja California, no existen afloramientos de rocas sedimentarias del Oligoceno, lo que atestigua un período de emersión para esa época.

El Mioceno se encuentra ampliamente expuesto en las regiones de Vizcaíno y Purísima, y consiste en rocas sedimentarias y rocas volcánicas. El Mioceno Inferior está representado, en el área de Vizcaíno, por aglomerados, areniscas y arcillas de las Formaciones Zacarías, Santa Clara, La Zorra y San Joaquín (Mina, 1956); en el área de la Purísima, lo está por lutitas con intercalaciones de diatomita de la Formación Monterrey (Darton, 1921) y areniscas blancas de la Formación San Gregorio (Heim, 1922). El Mioceno Medio está formado por diversas secuencias que tienen variaciones laterales y están constituidas por areniscas tobeceas, lutitas bentoníticas y areniscas de las formaciones Isidro (Beal, 1948), San Ignacio, Tortugas y San Raymundo (Mina, 1956) que atestiguan ambientes costeros, lagunares y de plataforma.

Como resultado de la estructura geológica de la región, la zona de la Bahía de Ulloa se encuentra formada principalmente por sedimentos de origen marino sin afloramientos de estructuras de rocas.

Las rocas sedimentarias marinas del Terciario son la característica más importante en la parte costera de la Bahía de Ulloa.

Los aspectos geomorfológicos del área se resumen a continuación:

El proyecto se desarrollará en un depósito sedimentario de fosfato localizado en la Zona Económica Exclusiva de México, frente al estado de Baja California Sur, en el Océano Pacífico mexicano (Figura IV.52). La geomorfología del área que a continuación describimos comprende las latitudes entre los 24° y los 27°grados Norte, comprendiendo el área de concesión administrativa de “Don Diego”.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

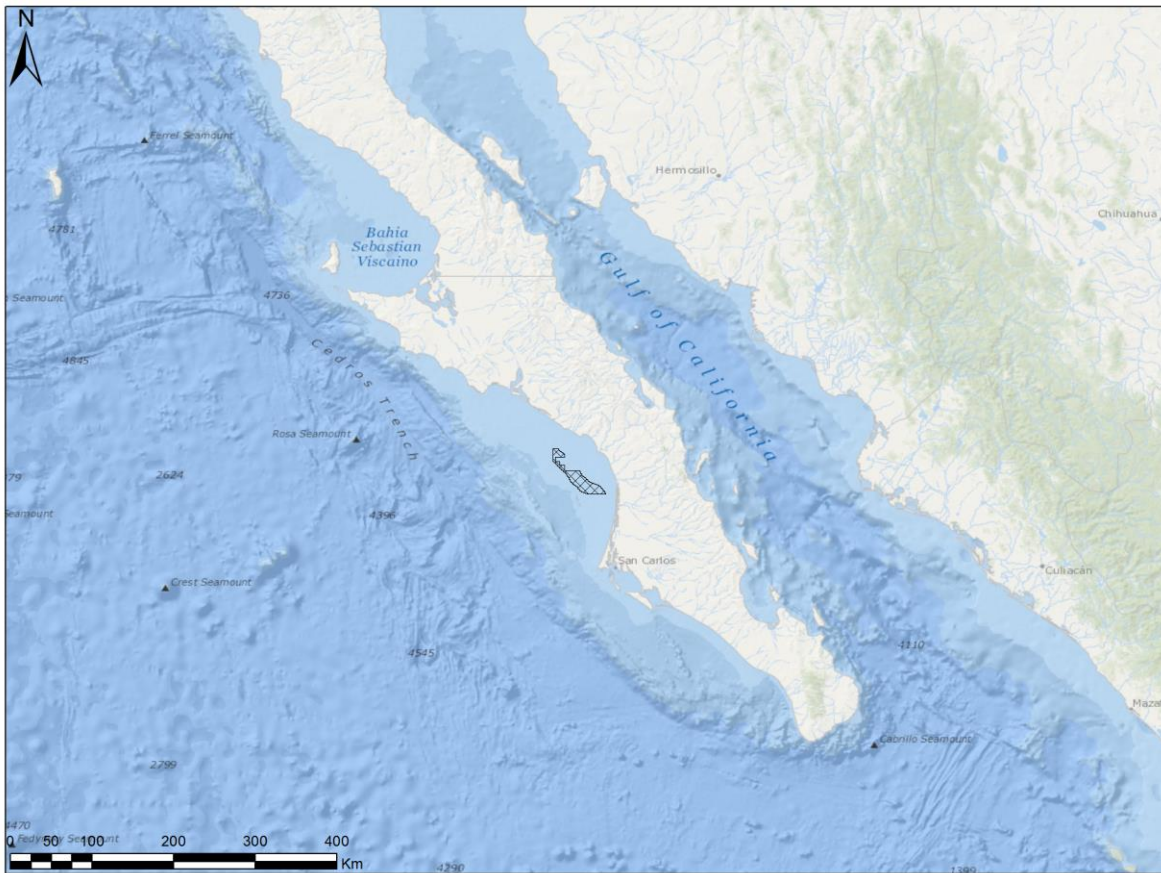


Figura IV.52. Localización del área de concesión Don Diego en la ZEE de México.

Fuente: GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) datos suministrados por la NOAA con una resolución especial de 30 arcos de segundo.

Configuración de la geomorfología regional

El área del proyecto se ubica junto a la plataforma continental que se extiende en la bahía que comprende entre Punta Abreojos en el norte y Puerto San Carlos en el sur. La bahía tiene una forma arqueada cóncava y el área del proyecto se encuentra en el sector central sur, aproximadamente a 100 millas náuticas de Puerto San Carlos. La

plataforma continental en esta zona varía de una configuración lineal en el norte hasta un arco pronunciado en la zona central y sur, lo que se corresponde a una variación en el borde de la plataforma continental que varía entre 27 y 70 kilómetros respectivamente.

El margen oeste de la plataforma continental en la bahía que comprende Punta Abreojos-Puerto San Carlos es una cresta tectónica conocida como la falla Tosco-Abreojos, descrita en (Álvarez et al., 2009)¹. Esta es un área que comprende el borde oeste del margen de la plataforma continental entre Punta Abreojos y Puerto San Carlos y se manifiesta en una amplia serie de escarpes que se asocian al área de transición desde el margen continental somero desde profundidades inferiores a los 200 metros que se extienden a las llanuras abisales que llegan a los 3,500-400 metros en el oeste del Océano Pacífico. La base de la falla Tosco-Abreojos se delimita por una formación geológica inactiva la fosa de Cedros.

La investigación batimétrica regional de la morfología del margen continental en la zona en comento, ha sido documentada por (Pedrin-Aviles y Padilla-Arredondo 1999)², esta información ha sido la base para el desarrollo de dos campaña oceanográficas realizadas por Exploraciones Oceánicas, S. de R.L. de C.V. Estos cruceros científicos, nos han permitido obtener un completo análisis de los sedimentos marinos y de la morfología a lo largo de la línea de costa de Baja California Sur, identificándose tres provincias geomorfológicamente y fisiográficamente diferentes en la plataforma continental:

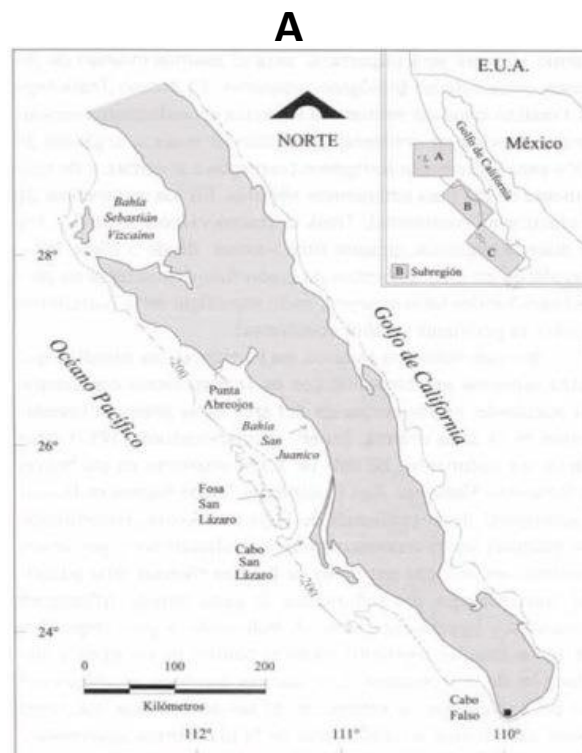
- Una subregión en el norte que comprende la plataforma continental en Bahía Vizcaíno con un cuerpo de aguas someras y un suave remonte a lo largo de su extensión.

¹Álvarez, L.G., Suarez-Vidal, F., Mendoza-Borunda, R. and Gonzalez-Escobar, M., 2009.

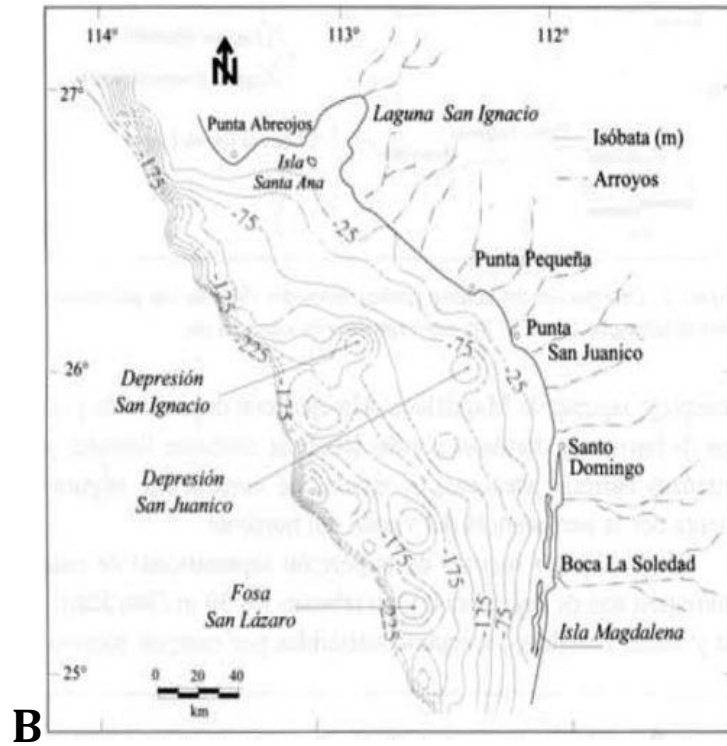
²Pedrín-Aviles, S. and Padilla-Arredondo, G., 199. Morfología y sedimentología de la plataforma continental del suroeste de la península de Baja California, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 16 (2), p. 132-146.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

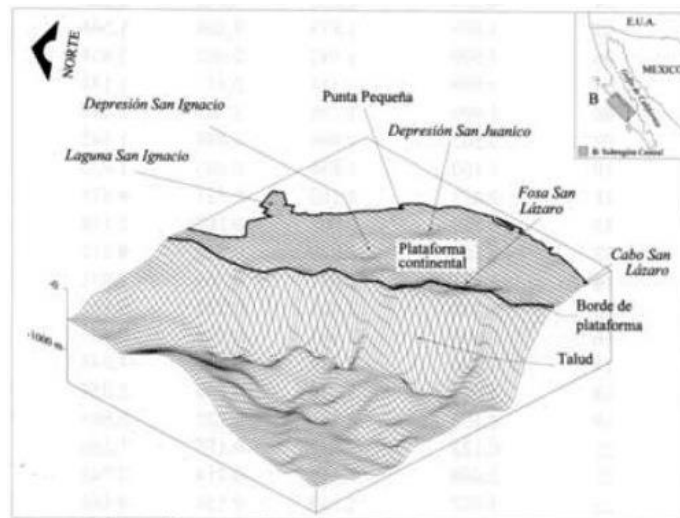
- Una subregión central que se extiende al sur de Punta Abreojos hasta la cercanía de San Lázaro, que no es muy profunda en su centro y es bastante ancha y que posee diversos canales al final de su extensión.
- Una región sureña que comprende entre San Lázaro y Cabo Falso que es mucho más estrecha que las anteriormente descritas, alcanzando su mínimo a la altura de la isla Santa Margarita.



para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"



C



para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Figura IV. 313. A) Localización de las regiones geomorfológicas descritas investigadas por Pedrin-Aviles y Padilla-Arredondo (1999)³ a lo largo del margen oeste de Baja California Sur, mostrando las tres provincias fisiográficas descritas A, B & C.

Fuente: Pedrin-Aviles y Padilla-Arredondo (1999).

La línea de costa en Baja California Sur entre Punta Abreojos en el norte a Puerto San Carlos en el sur contiene facies geomorfológicas diversas, que combinan depósitos estuarinos y playas deposicionales, según el esquema de definición de Davies (1964)⁴. Además, la clasificación geomorfológica de la línea de costa y de la estructura de la misma, empleando la amplia literatura basada en sistemas de clasificación científicos (Davies, 1964; Finkl, 2004; US Army Coastal Engineering Manual – CEM 2007)⁵ indican que la moderna línea de costa cercana al área de concesión “Don Diego” se podría considerar una “costa secundaria” formada y modelada primariamente por procesos marinos (vientos, mareas, cambios de nivel del mar), más que una “costa primaria”, conformada por procesos tectónicos de origen no marino, reflejando el cese de la colisión de las placas tectónicas asociadas con el fin del vulcanismo hace diez o doce millones de años.

Geomorfología del área de concesión Don Diego

Se ha realizado una batimetría con una sonda multihaz 8160 50 kHz instalada en el casco del buque oceanográfico Dorado Discovery durante las campañas realizadas. (Figura IV.54).

³ Pedrin-Aviles, S. and Padilla-Arredondo, G., 199. Morfología y sedimentología de la plataforma continental del suroeste de la península de Baja California, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 16 (2), p. 132-146.

⁴ Davies, J., 1964. A morphogenic approach to world shorelines. Zeitschrift fur Geomorphology, v. 8, p. 27-42.

⁵ Davies, M., 2011. Geomorphic shoreline classification of Prince Edward Island. Atlantic climate adaption solutions association, Consultant report to Department of Environment, Energy and Forestry, Canada Government, 66pp.

Finkl, C., 2004. Coastal classification: systematic approaches to consider in the development of a comprehensive scheme. Journal of Coastal Research, v. 20 (1), p. 166-213.

Las cotas de profundidad del área de concesión varían entre los sesenta metros en el Este hasta alcanzar los noventa en el Oeste, reflejando la inclinación de unos 2° hacia mar abierto tal y como se detalla en los estudios de Pedrin-Aviles y Padilla-Arredondo (1999)⁶. La morfología de la mayor parte del fondo marino cartografiado en el área de concesión es suave y presenta formas geomorfológicas planas y suaves de sedimento no consolidado en superficie, configurado por arenas y lodos.

Integrado en la zona central de la zona de la concesión, existe una cresta relativamente delgada que posee dos orientaciones y configuraciones:

- La zona oeste de la cresta con una forma sinuosa de z que se extiende unos sesenta y dos kilómetros. La anchura de esta cresta varía de entre varios metros hasta 800 metros de ancho y sobresaliendo entre uno y dos metros del sedimento del fondo marino.
- La zona este de la cresta que tiene una orientación NE a NO, extendiéndose aproximadamente en unos 750 metros de ancho con una elevación casi imperceptible, siempre inferior a un metro sobre el sedimento marino.

La parte más ancha del NO de esta cresta transcurre paralela a la costa de Baja California Sur entre cuarenta y veinticinco kilómetros al oeste de la actual línea de costa, a ambos lados de esta cresta se advierte que ha sido cubierta por sedimentos recientes.

El fondo marino del área del proyecto puede subdividirse en dos tipos principales:

- 1) Sedimentos no consolidados
- 2) Formaciones consolidadas

⁶ Pedrin-Aviles, S. and Padilla-Arredondo, G., 199. Morfología y sedimentología de la plataforma continental del suroeste de la península de Baja California, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 16 (2), p. 132-146.

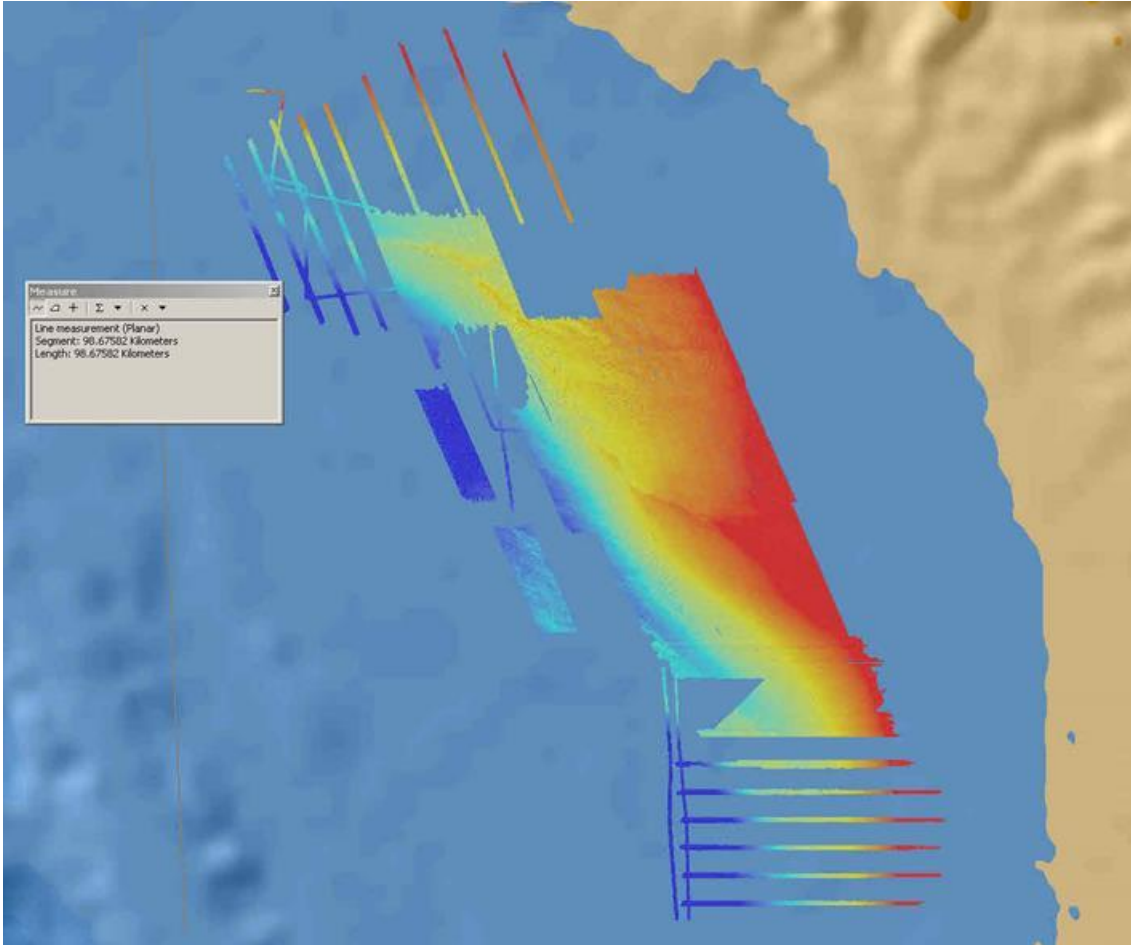


Figura IV. 324. Batimetría realizada en la zona de concesión “Don Diego”, mostrando las formas descritas anteriormente.

Llanuras de sedimentos no consolidados

Los sedimentos no consolidados caracterizan la mayor parte de la superficie del área del proyecto, con granulometrías grises y verdes, arcillas, arenas y fangos. En aquellas zonas donde la fosforita aflora a la superficie, el sedimento varía del gris oscuro al negro, combinándose habitualmente con arenas y fragmentos de conchas. Las áreas no consolidadas son amplias llanuras planas, en algunas zonas se han observado minúsculos ripples de escala centimétrica o bioturbaciones.

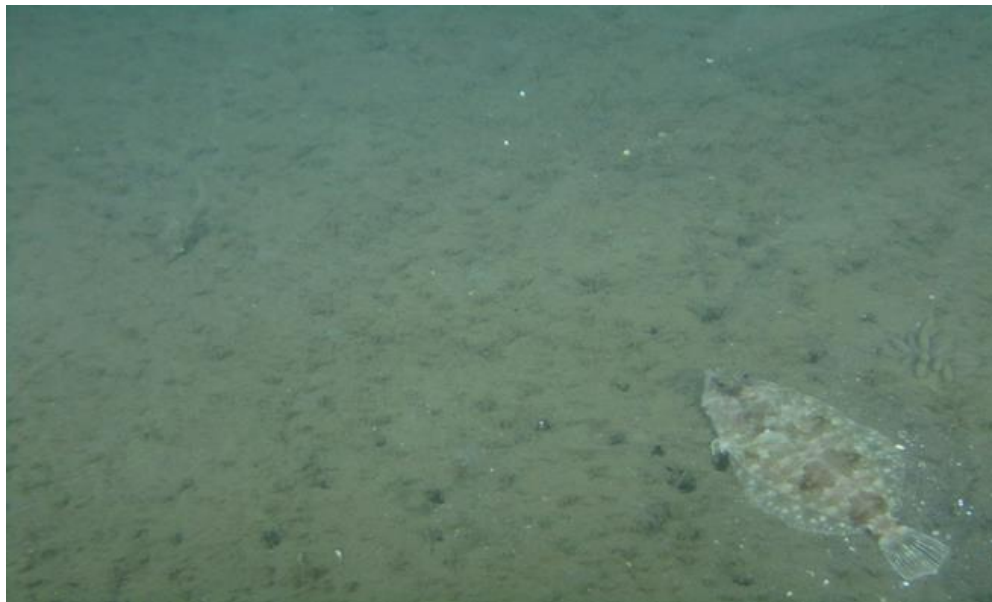


Figura IV. 335. Ondulaciones y bioturbaciones observadas en la zona de sedimentos no consolidados, caracterizándose por ser fondos planos, con escaso desnivel.

Formaciones consolidadas

La morfología de las formaciones consolidadas es cavernosa, irregular y no muestran estratificación interna, tal como se ilustra en la Figura IV.56. Las muestras obtenidas de las formaciones consolidadas al Este y al Oeste tienen una consistencia arenosa litificada con granulometría inferior a los dos milímetros.

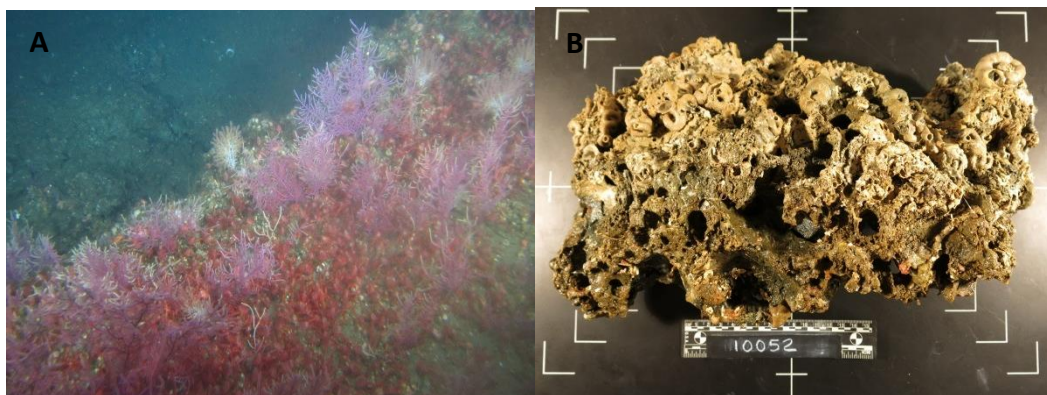


Figura IV. 346. A) Foto de la cresta del substrato consolidado situado al oeste. B) Muestra de roca obtenida de la formación, en la cual se visualizar su naturaleza cavernosa y porosa.

Arquitectura de facies y consideraciones tectónicas de la morfología

Mientras que las arenas fosfáticas presentes en el área del proyecto, se circunscriben de manera general a los seis primeros metros de la estratigrafía, el paquete sedimentario no acaba ahí, siendo la matriz dominante de no consolidados en toda la plataforma continental. De hecho, la literatura científica nos refiere que el paquete sedimentario total, obtenido por registro de sísmica de reflexión y documentado en la literatura científica por Yeats y Haq (1987)⁷ y Barron et al. (1987)⁸ alcanza en algunas localizaciones los dos kilómetros y medio de profundidad (Figura IV.57). Este paquete sedimentario se ubica estratigráficamente en el Mioceno Medio y el Mioceno inferior.

⁷ Yeats, R.S. and Haq, B.U., (1987). Deep sea drilling off the Californias: Implications of Leg 63. In Kennett, J.P., Baldauf, J.G., and Lyle, M. (Editors). Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, v. 146 (2), p. 949-961.

⁸ Barron, J.A., Poore, R.Z. and Wolfart, R., 1987. Biostratigraphic summary, deep sea drilling project Leg 63. In Kennett, J.P., Baldauf, J.G., and Lyle, M. (Editors). Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, v. 146 (2), p. 927-941.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

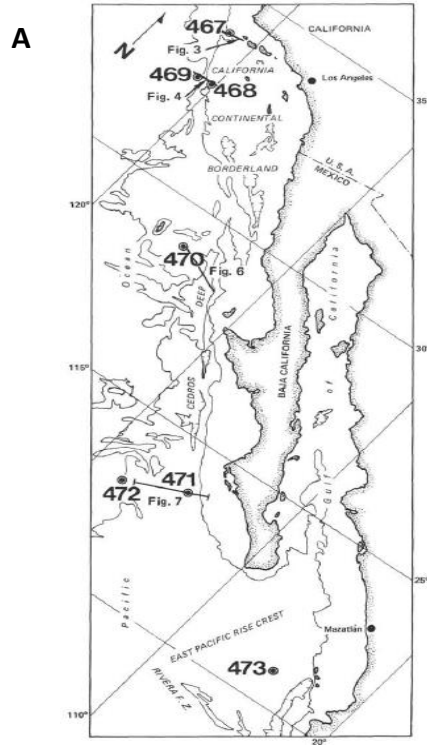


Figura IV.57. A Localización de los perfiles sísmicos extraídos de los estudios de Yeats y Haq, (1987)⁹.

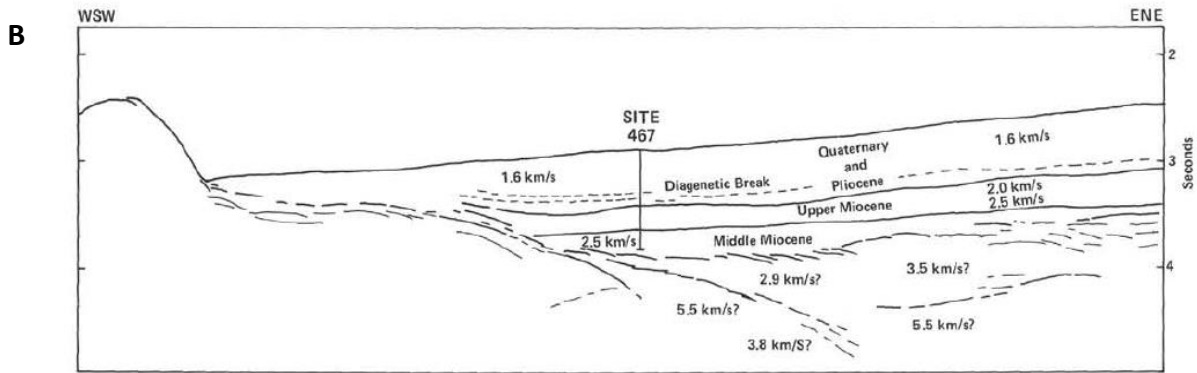


Figura IV.58. B) Reconstrucción de la paleoestratigrafía.

La formación de arenas fosfáticas presentes en el yacimiento “Don Diego” se adscribe en un entorno de plataforma continental tectónicamente estable (Figura IV.59).

⁹ Yeats, R.S. and Haq, B.U., (1987). Deep sea drilling off the Californias: Implications of Leg 63. In Kennett, J.P., Baldauf, J.G., and Lyle, M. (Editors). Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, v. 146 (2), p. 949-961.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

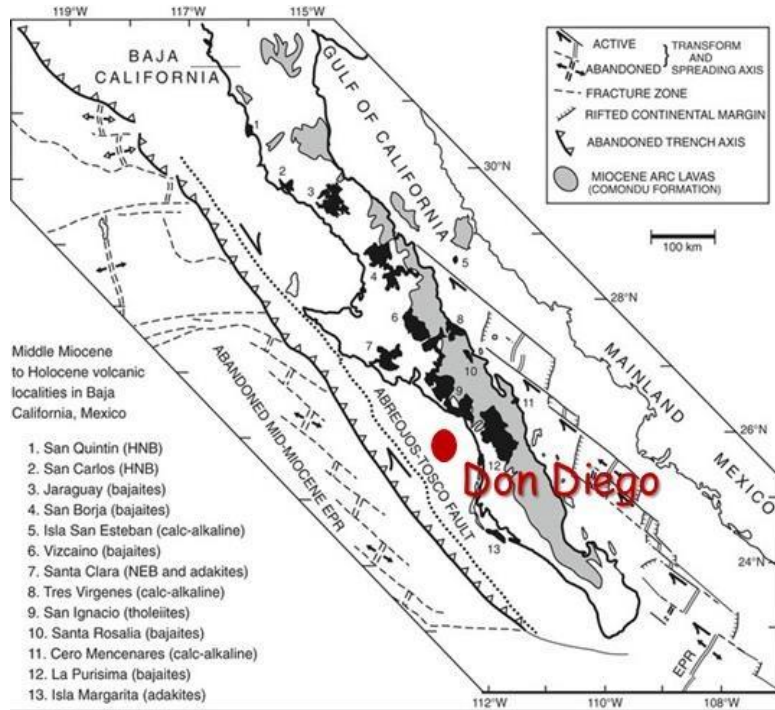


Figura IV.59. Modelo esquemático de la península de Baja California mostrando las principales figuras tectónicas y los fenómenos volcánicos del pre-Mioceno. Fuente: (Castillo, 2008)¹⁰.

IV.3.3.2. Batimetría

La batimetría de la bahía corresponde a una plataforma amplia, sin accidentes topográficos que interrumpen el relieve de la plataforma. La máxima extensión de ésta se presenta en la parte central, con una pendiente suave, la cual se incrementa hacia el norte y el sur, donde la anchura de la plataforma se reduce. Los límites de la bahía se encuentran divididos por bloques de rocas ofiolíticas perpendiculares a la península; la línea de costa en las fronteras norte y sur de la bahía se caracteriza por acantilados

¹⁰ Batimetría y estructuras geológicas activas en el alto Golfo de California. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v.61 (1), p. 129-141.

y playas rocosas que, según la clasificación tectónica de Inman y Nordstrom, corresponden a costas de colisión (Figura IV.60).

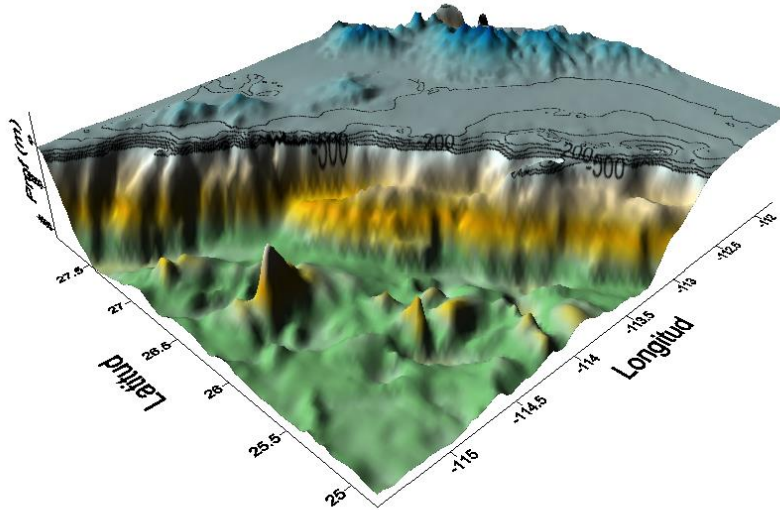


Figura IV. 350. Estructura tridimensional del fondo frente a la Bahía de Ulloa.

Es importante mencionar que, frente a la parte central de la bahía, se encuentra un bajo y una estructura de pseudocañones submarinos paralelos a la costa, resultado de los plegamientos que se dan durante la formación de la costa como parte de los procesos en la formación de las costas de colisión y de las formaciones que se dieron en la época de la pasada glaciación. Durante la pasada glaciación, 15,000 años atrás, la línea de costa se encontraba entre las isobatas de 180 y 201 m actuales, por lo que las hondonadas debieron ser cañones submarinos por los cuales escurría gran parte del agua densa. Estas estructuras de cañones son importantes, ya que inducen procesos hidrodinámicos importantes y flujos ascendentes y descendentes de nutrientes, que funcionan como mecanismos de promoción de la productividad orgánica en las regiones costeras. De la Figura IV.61 se alcanzan a distinguir dichas depresiones cercanas al talud. Estas zonas son de particular interés y requieren de un estudio

sistemático, ya que se ha observado que es en esos lugares en donde preferentemente se encuentran gran cantidad de mamíferos marinos por sus altas abundancias en organismos planctónicos, (Würtz, 2012).

La Secretaría de Marina – Armada de México (1987) – muestra una batimetría para la zona de la bahía, donde se puede observar la presencia de una plataforma suave sin cambios abruptos en el relieve, con la existencia de una región relativamente profunda dentro de la plataforma de la bahía denominada Cuenca San Lázaro, con profundidades que van más allá de los 200 m. Es importante hacer notar la presencia de una lengüeta de baja profundidad entre la Cuenca San Lázaro y el borde del talud con profundidades que no rebasan los 100 m.

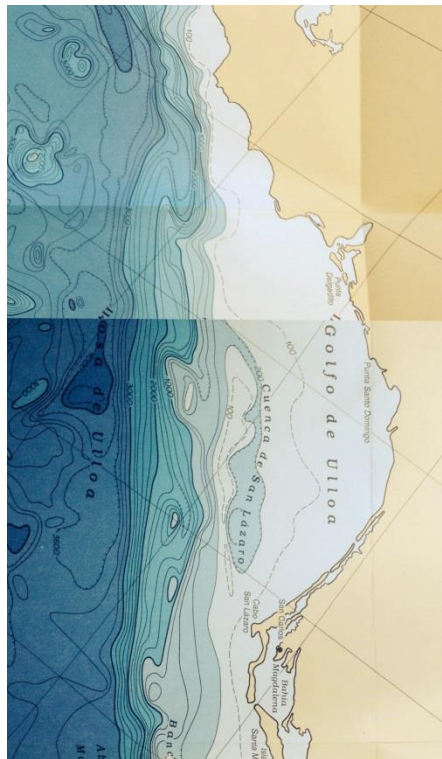


Figura IV. 361. Batimetría de la Bahía de Ulloa. Modificado de SEMAR 1987.

La plataforma es más ancha en la parte central de la bahía, y se reduce hacia el sur y hacia el norte. En la parte norte, se puede observar la existencia de un cañón submarino denominado Cañón Puma; esta estructura fisiográfica marca el límite hacia

el norte de lo que sería el SAR de la Bahía de Ulloa, ya que un cañón induce procesos hidrodinámicos de consideración que resultan en cambios importantes en la distribución y abundancia de las especies. Hacia el sur, la Cuenca de San Lázaro se continúa hasta casi la península del mismo nombre, formando una marcada discontinuidad para los procesos hidrotermodinámicos que afectan directamente la distribución y abundancia de las especies, principalmente las de tipo bentónico; en principio, podemos anticipar que la Cuenca San Lázaro es el límite sur del SAR.

La inclusión de datos de ETOPO, de la NOAA, de ENCAR y de las mediciones realizadas durante las campañas oceanográficas, da como resultado para la batimetría de la bahía una mejor definición, pero al mismo tiempo presenta grandes diferencias con respecto a la batimetría que se tenía inicialmente. Debido a las necesidades del proyecto, se efectuaron una serie de mediciones de profundidad usando ecosondas convencionales y multibeam; estas últimas tienen la capacidad de mostrar, de manera tridimensional, la forma del fondo con una muy alta resolución. Por otro lado, se realizaron videograbaciones del fondo marino con un ROV para cotejar algunos de los cambios más significativos en la forma del fondo, y para ver la asociación de los abruptos cambios batimétricos en el ecosistema. Esta parte será tratada más adelante. El resultado de la inclusión de un mayor número de puntos batimétricos muestra una mejor resolución de la forma del fondo, pero no modifica sustancialmente la idea que se tiene de la batimetría de la Bahía de Ulloa. Esto se debe básicamente a que la bahía tiene una plataforma muy suave sin grandes cambios, excepto por la cuenca San Lázaro, que se explica por su formación geológica, como se comentó antes.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

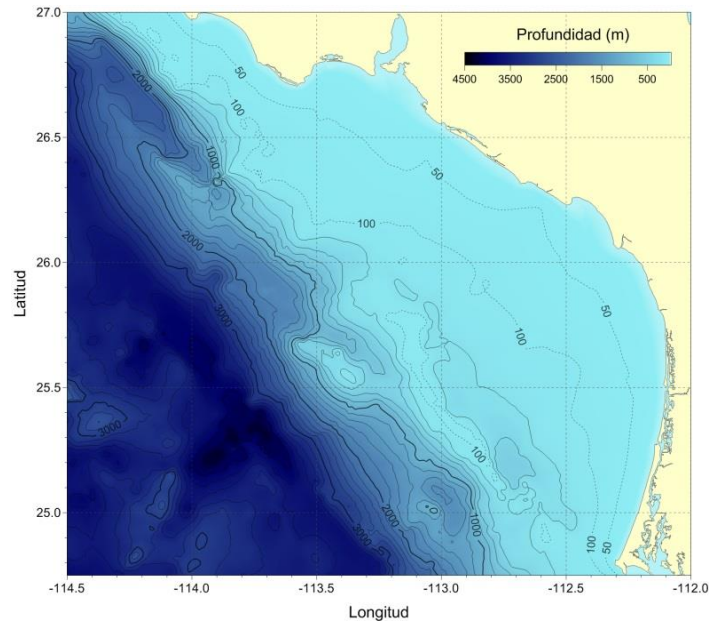


Figura IV. 372. Batimetría de la Bahía de Ulloa, baja resolución.

Entre las isobatas de 0 a 150 m de profundidad, no se presentan gradientes abruptos que pudieran reflejarse en biotopos marcadamente diferentes; esto implica que los posibles cambios ambientales que den lugar a diferentes regiones ecológicas serán resultado básicamente del cambio de la profundidad en el talud, del efecto de borde las penínsulas de Punta Eugenia y Magdalena, de la influencia de las zonas lagunares de la costa y de procesos a mesoescala, como las surgencias que se propaguen hasta la bahía.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

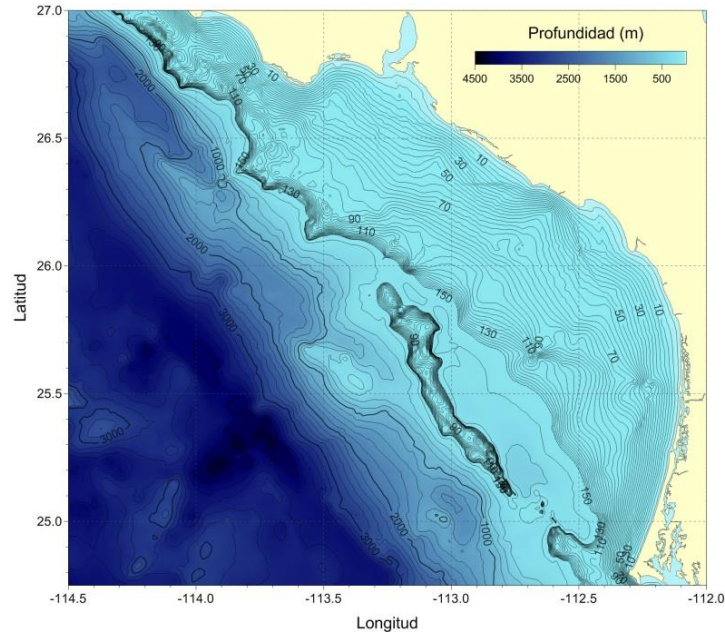


Figura IV. 383. Batimetría de la Bahía de Ulloa a alta resolución.

Las inmersiones con ROV mostraron que son escasos los lugares donde se tienen cambios de la profundidad a escalas pequeñas, lo que confirmó el bajo gradiente batimétrico para la Bahía de Ulloa, es decir el SAR.

IV.3.3.3. Sismicidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones, y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura IV. 394. Regionalización sísmica de la República Mexicana y la ubicación del SAR.

El SAR se localiza en el área de influencia de la región B, la cual se considera como una zona de valores intermedios; es decir, donde se registran sismos no tan frecuentemente, o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

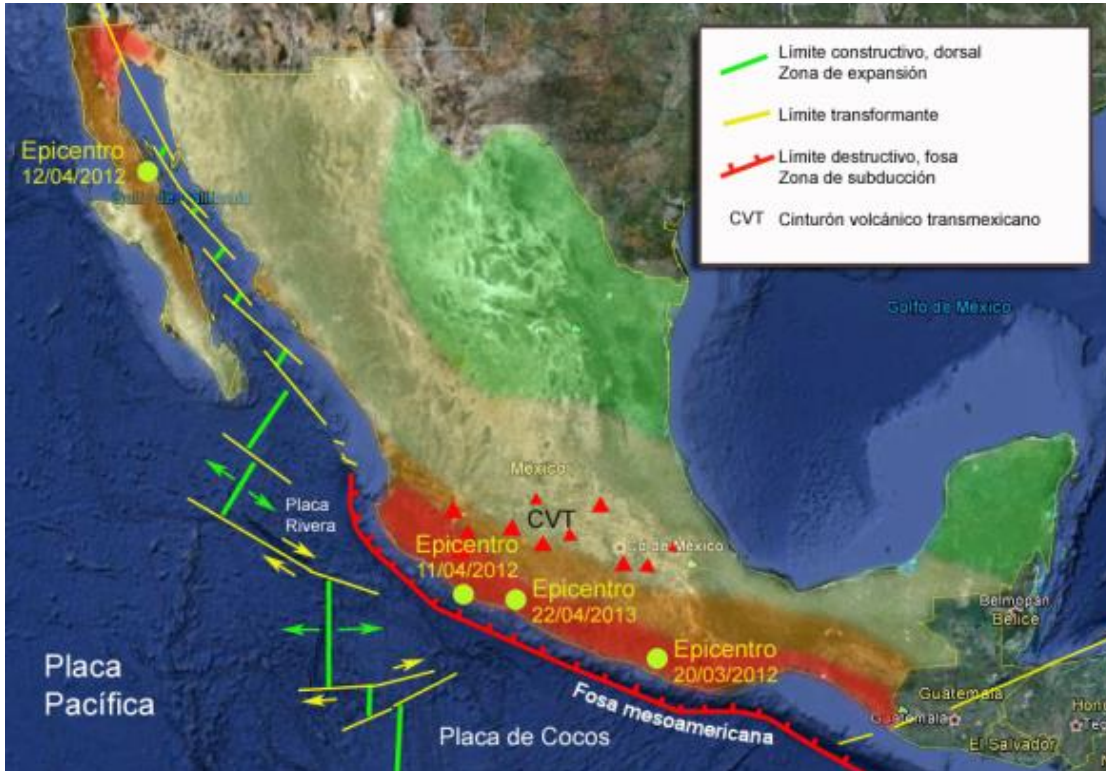


Figura IV. 405. Zonas diferenciadas de alto riesgo sísmico para la República Mexicana.

México posee dos zonas diferenciadas de alto riesgo sísmico: al norte, en Baja California, se define una pequeña zona sometida a los efectos de la falla activa de San Andrés y fallas transformantes que continúan a partir de ésta hacia al sur. Este sistema de fallas activas se localiza en el norte de Baja California, que acomodan el movimiento de cizalla entre las placas Pacífico y Norteamérica. Cada una de estas fallas muestra variaciones sistemáticas en su orientación y, en su conjunto, definen una geometría en forma de abanico. Esta porción de la frontera entre placas es parte de la compleja zona de transición en la que el sistema de fallas en abanico transfiere el desplazamiento que ocurre en el Golfo de California, al que ocurre en el sector norte de la falla de San Andrés.

De esta manera, la mayor sismicidad está asociada al Golfo de California, donde se registran la mayoría de los sismos que afectan principalmente tanto a Baja California como a Baja California Sur, sobre todo en la vertiente del Golfo, tal y como el Centro de

Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) lo documenta a través de su portal web <http://sismosbcs.cicese.mx/>

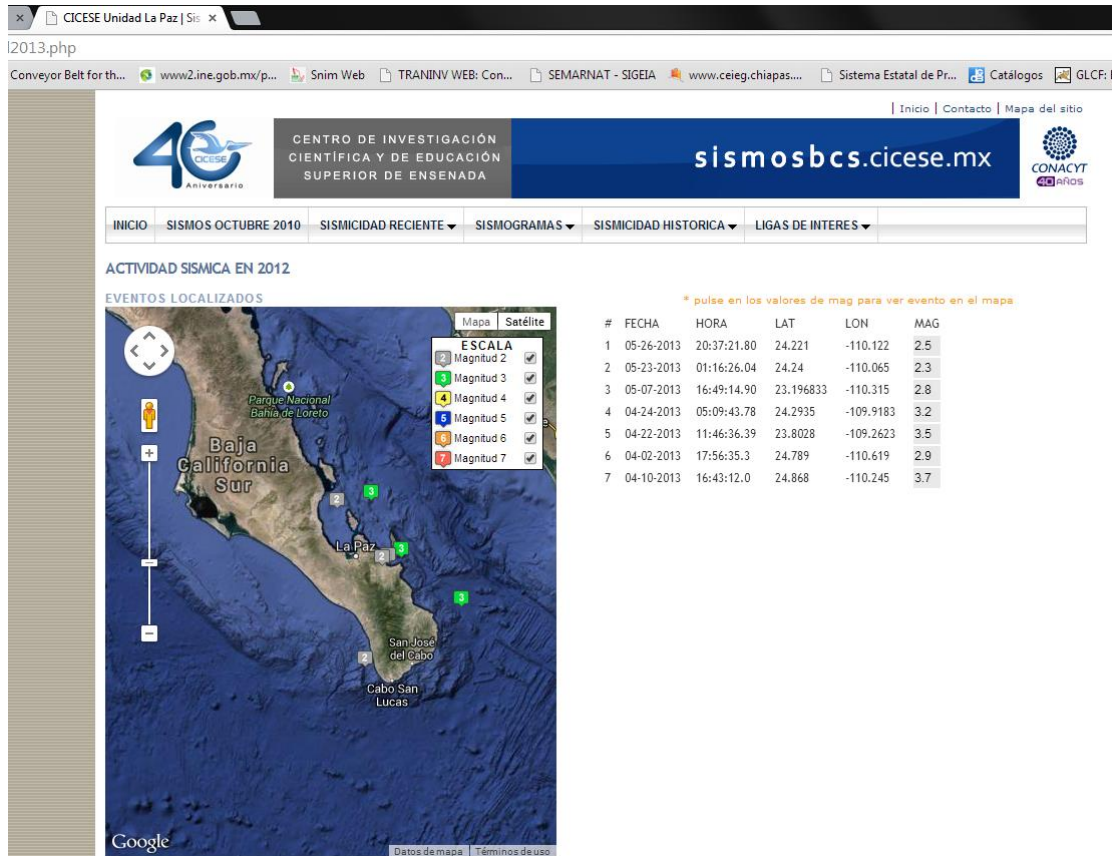


Figura IV. 415. Registro sísmico según CICESE para el año 2012.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

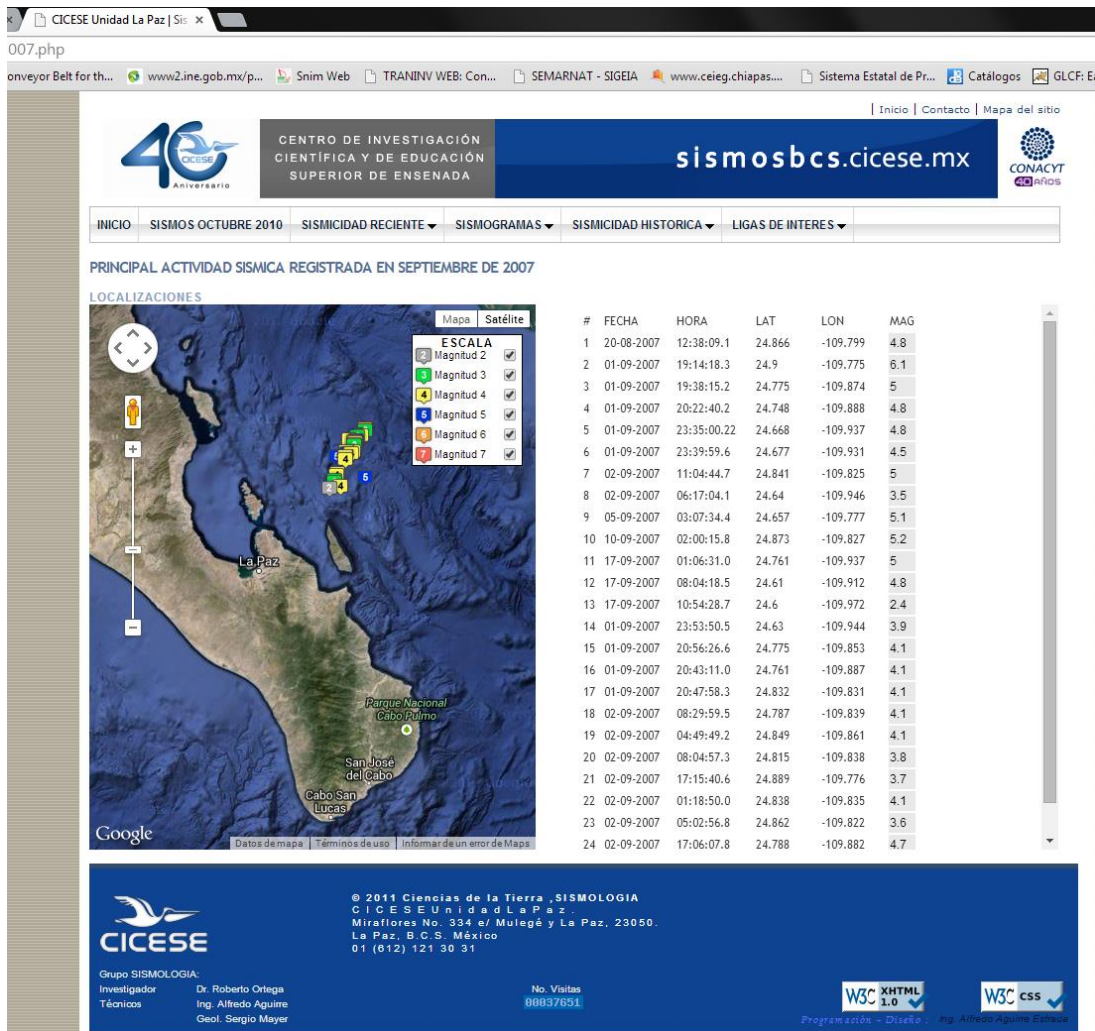


Figura IV.66. Sismicidad según CICESE para el año 2007.

IV.4. Características físico - químicas del fondo marino

ESCALA REGIONAL

Para la caracterización del fondo marino, se ha retomado el trabajo de López Ortiz (2010) denominado “Sedimentos del margen suroccidental de la Península de Baja California”, que comprende la Bahía de Ulloa en Punta San Hipólito, hasta la localidad

denominada Todos Santos en el sector sur de la península. El estudio citado comprendió los análisis de sedimentos superficiales de esta región para el mes de noviembre de 2006, a lo largo de 9 transectos identificados con las letras A hasta la I, con un total de 37 estaciones (Ver siguiente Figura).

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

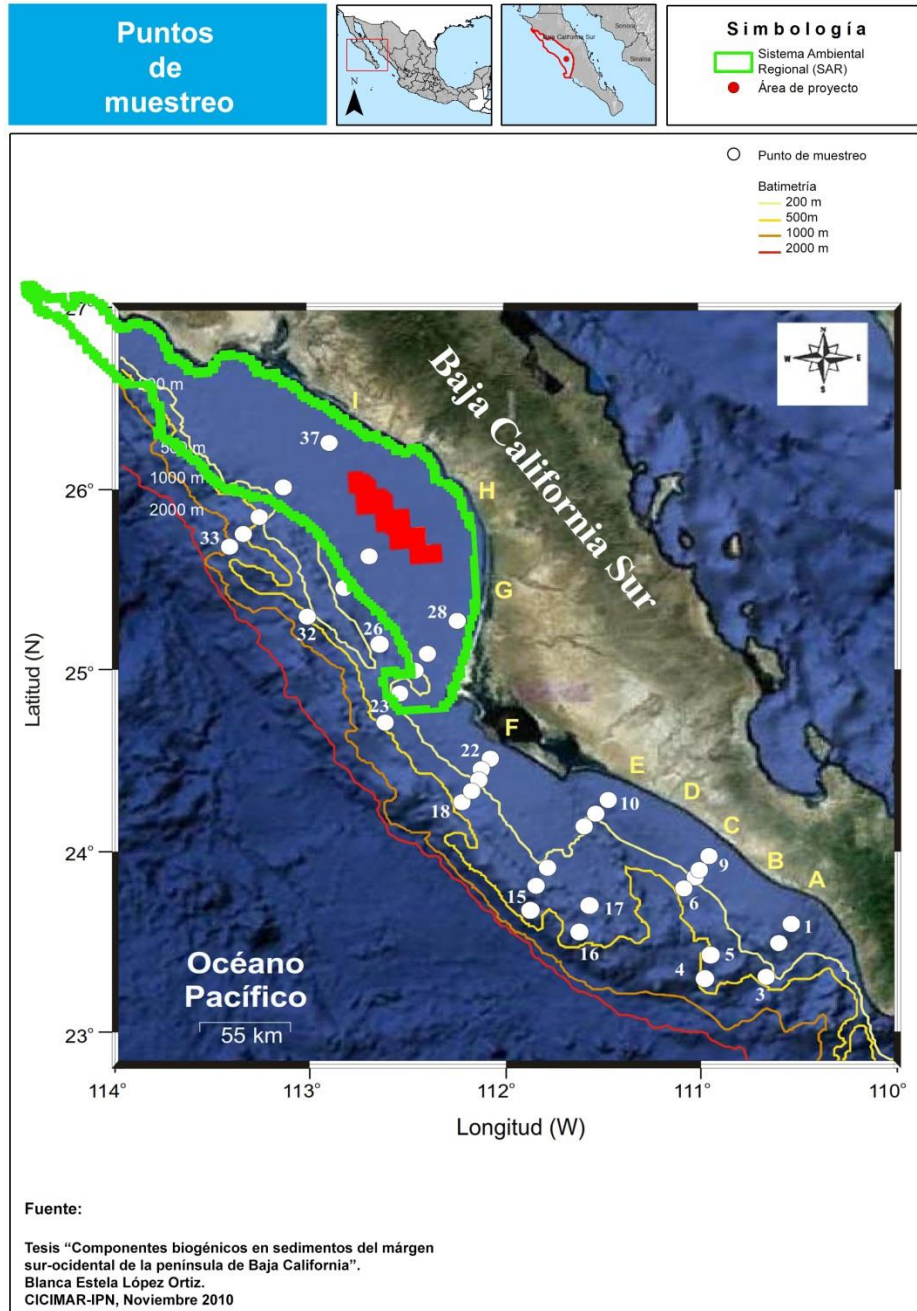


Figura IV.67. Transectos de colecta propuestos por López Ortiz, identificados de sur a norte con las letras A a la I. Fuente: López Ortiz, B. 2010, Componentes biogénicos en sedimentos del margen sur-occidental de la Península de Baja California.p. 43.

La colecta de los sedimentos superficiales realizada por López Ortiz fue mediante una draga Smith-McEntyre a profundidades de colecta entre 50 y 500 m, tomando los primeros 2 cm de espesor. A este conjunto de muestras se les realizó un análisis granulométrico; la determinación de carbono y nitrógeno orgánico; fósforo total, orgánico e inorgánico; ópalo biogénico; carbonato de calcio, CaCO_3 ; e isótopos estables del carbono.

Los resultados obtenidos por López Ortiz para la variable de granulometría indican que, para la Bahía de Ulloa, la textura de los sedimentos superficiales para el mes de noviembre de 2006, están compuestos por arenas y lodos (limos y arcillas) con un tamaño de grano medio de $48 \pm 72 \mu\text{m}$, con un intervalo de tamaños muy amplio de 1 a $280 \mu\text{m}$.

En el área norte del trabajo citado, el cual corresponde al nivel del SAR, en los transectos analizados (G-I) se aprecia un patrón donde el grano es de menor tamaño; así, en la zona costera se presentan sedimentos de textura fina con un tamaño $<63 \mu\text{m}$, los cuales incrementan en su tamaño conforme se alejan de la costa y se internan mar adentro.

Asimismo, en las estaciones costeras predominan los lodos ($>75\%$) y arenas hacia las estaciones profundas. De manera general, López Ortiz señala que en la Bahía de Ulloa, la cual corresponde a los límites del SAR, predominan con un 75% las arenas.

A excepción de algunos lentes, como es el caso de la estación 27 en las cercanías de Cabo San Lázaro en el extremo sur de la Bahía, puntos 34, 35 y 36 en el sector centro norte de la Bahía, donde predominan las texturas arenosas, arcillosas y arena limosa.

Con respecto a la distribución de carbono y nitrógeno orgánico, a nivel del SAR, según este trabajo donde se documenta que ambos componentes muestran una distribución

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

espacial muy similar. El Corg (carbono orgánico) presentó una concentración promedio de $43 \pm 43 \text{ g kg}^{-1}$ con un máximo de 145 g kg^{-1} y un mínimo de 2 g kg^{-1} ; en el caso del Norg, el valor promedio fue de $5 \pm 5 \text{ g kg}^{-1}$ con un máximo de 16 g kg^{-1} y un mínimo de 0.2 g kg^{-1} .

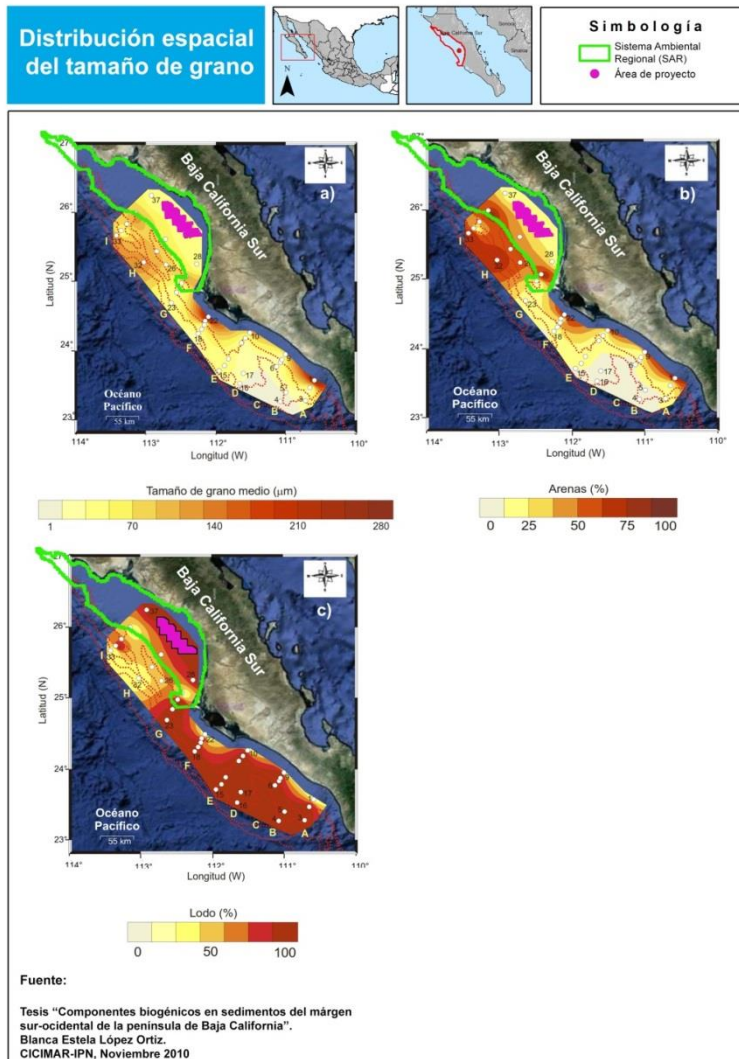


Figura IV. 68. Mapas de distribución espacial según el tamaño de grano: a) Tamaño de grano medio (μm); b) Arenas (%); c) Lodos (limos + arcillas, %). Se muestra la batimetría de la zona (líneas rojas punteadas) para 200, 500, 1000 y 2000 m de profundidad. Fuente: López Ortiz, B. 2010, Componentes biogénicos en sedimentos del margen sur-occidental de la Península de Baja California.p. 52.

La concentración de Norg (nitrógeno orgánico) fue de 1 ó 2 órdenes de magnitud menor a la del Corg; ambos componentes mostraron distribuciones espaciales prácticamente idénticas, con tendencia a incrementar de la costa hacia mar adentro. Para el SAR (Bahía de Ulloa), las concentraciones de Corg y Norg sigue un patrón similar al resto del área reportada por López Ortiz, con concentraciones bajas que tienden a aumentar con la profundidad (Corg \sim g kg⁻¹, Norg 0.2-10 g⁻¹). Las mayores concentraciones de ambos componentes se reportaron para el transecto G en las estaciones 23, 24 y 26, así como en el transecto H en las estaciones 31 y 32, las cuales se ubicaron dentro o circundando la Cuenca de San Lázaro a profundidades entre 200 y 500 m. En el caso del transecto I, todas las estaciones muestran concentraciones bajas de Corg (1-20 g kg⁻¹) y Norg (0.2 g kg⁻¹).

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

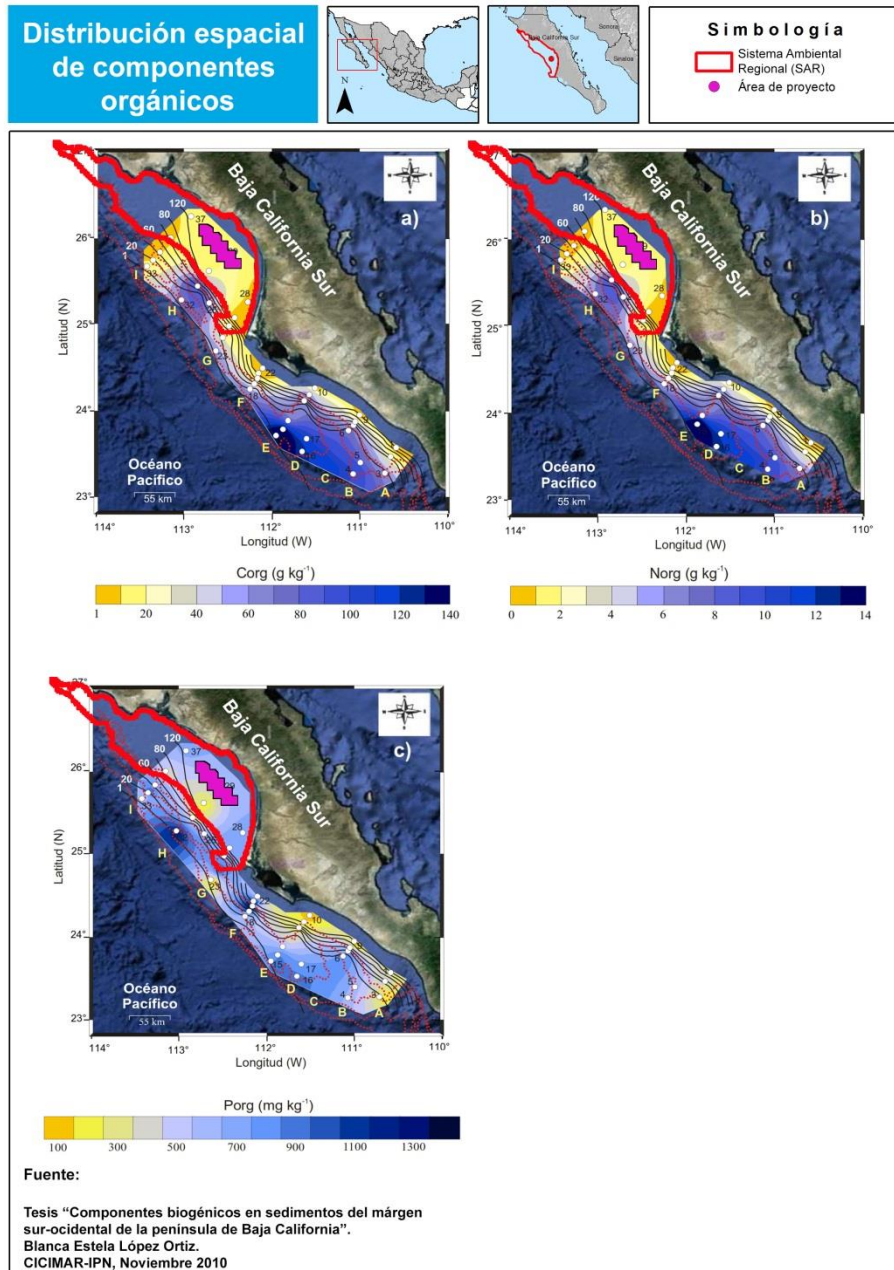


Figura IV.69. Mapas de distribuciones espaciales de los componentes orgánicos en los sedimentos superficiales del área de estudio: a) Corg (g kg^{-1}); b) Norg (g kg^{-1}); c) Porg (mg kg^{-1}). Batimetría de la zona (líneas rojas punteadas) para 200, 500, 1000 y 2000 m de profundidad y las isóneas de oxígeno (líneas negras sólidas) para 1 a 120 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ en intervalos de 20 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ Fuente: López Ortiz, B. 2010, Componentes biogénicos en sedimentos del margen sur-occidental de la Península de Baja California.p. 52.

Fósforo orgánico (Porg)

En las siguientes figuras, se observa la distribución espacial del Porg, la cual mostró un gradiente de incremento en sentido latitudinal y hacia afuera de la costa. A diferencia de los demás componentes, el Porg se reporta en unidades de mg kg^{-1} , ya que su concentración en relación con los demás componentes fue menor en varios órdenes de magnitud. El Porg presentó una concentración promedio de $599 \pm 383 \text{ mg kg}^{-1}$, con valor máximo de 1547 mg kg^{-1} y mínimo de 59 mg kg^{-1}

Al igual que el Corg y el Norg, el Porg tuvo bajas concentraciones en la zona costera de la porción sur del área de estudio.

En los transectos ubicados en la Bahía de Ulloa, los cuales corresponderían al SAR, López Ortiz identifica que la distribución del Porg en los sedimentos fue muy heterogénea con algunos lentes aislados. En el transecto G, la concentración de Porg en las estaciones 25, 26, 27 y 28 fue 700 mg kg^{-1} , incrementando hasta 900 mg kg^{-1} en la estación 24. En los transectos H e I, existieron varios lentes de Porg, con mínimos de $200\text{-}300 \text{ mg kg}^{-1}$ (estación 30) y máximos de $1100\text{-}1200 \text{ mg kg}^{-1}$ (estación 32).

Ópalo biogénico (BSi)

El ópalo biogénico (BSi), al igual que el Porg, mostró una distribución heterogénea con tendencia general a incrementar hacia afuera de la costa, con excepción de algunos lentes y parches aislados. El BSi tuvo una concentración promedio de $76 \pm 24 \text{ g kg}^{-1}$, con un máximo de 175 g kg^{-1} y un mínimo de 31 g kg^{-1} . En los sedimentos de las estaciones de los transectos más norteños (G, H e I), también se presentaron varios lentes aislados con concentraciones de BSi entre 60 g kg^{-1} y 90 g kg^{-1} ; la concentración más alta de este componente se ubicó en la estación 23 (transecto G) con 175 g kg^{-1} .

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Carbonato de calcio

En el caso de la distribución del carbonato de calcio, la concentración en la Bahía de Ulloa reportada por López Ortiz, fue del orden de 300-700 g kg⁻¹ en las estaciones 32, 33, 34 y 35 (lejanas de la costa y profundas).

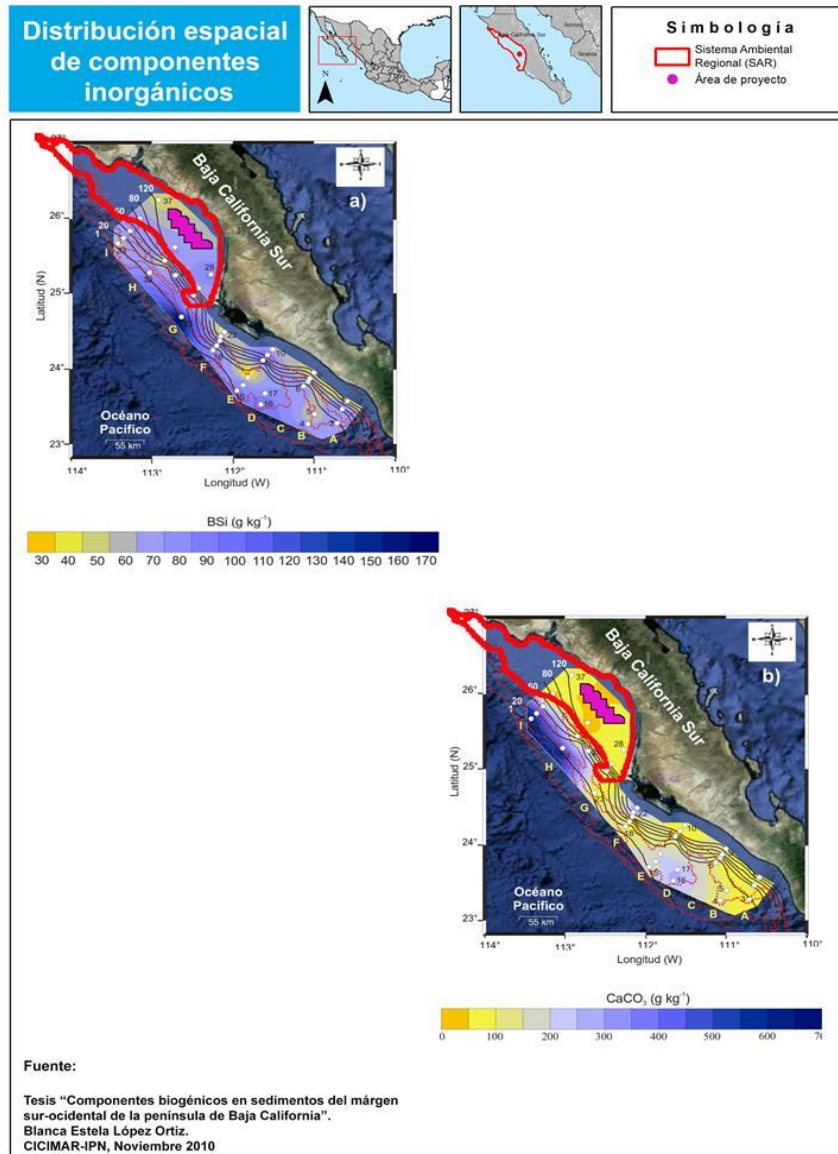


Figura IV. 420. Mapas de distribuciones espaciales de los componentes inorgánicos en los sedimentos superficiales del área de estudio: a) ópalo biogénico (BSi) (g kg^{-1}) y b) carbonato de calcio (g kg^{-1}). Batimetría de la zona (líneas rojas punteadas) para 200, 500, 1000 y 2000 m de profundidad y las isolíneas de oxígeno (líneas negras sólidas) para 1 a 120 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ en intervalos de 20 $\mu\text{mol kg}^{-1}$.

Fuente: López Ortiz, B. 2010, Componentes biogénicos en sedimentos del margen sur-occidental de la Península de Baja California.p. 52.

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

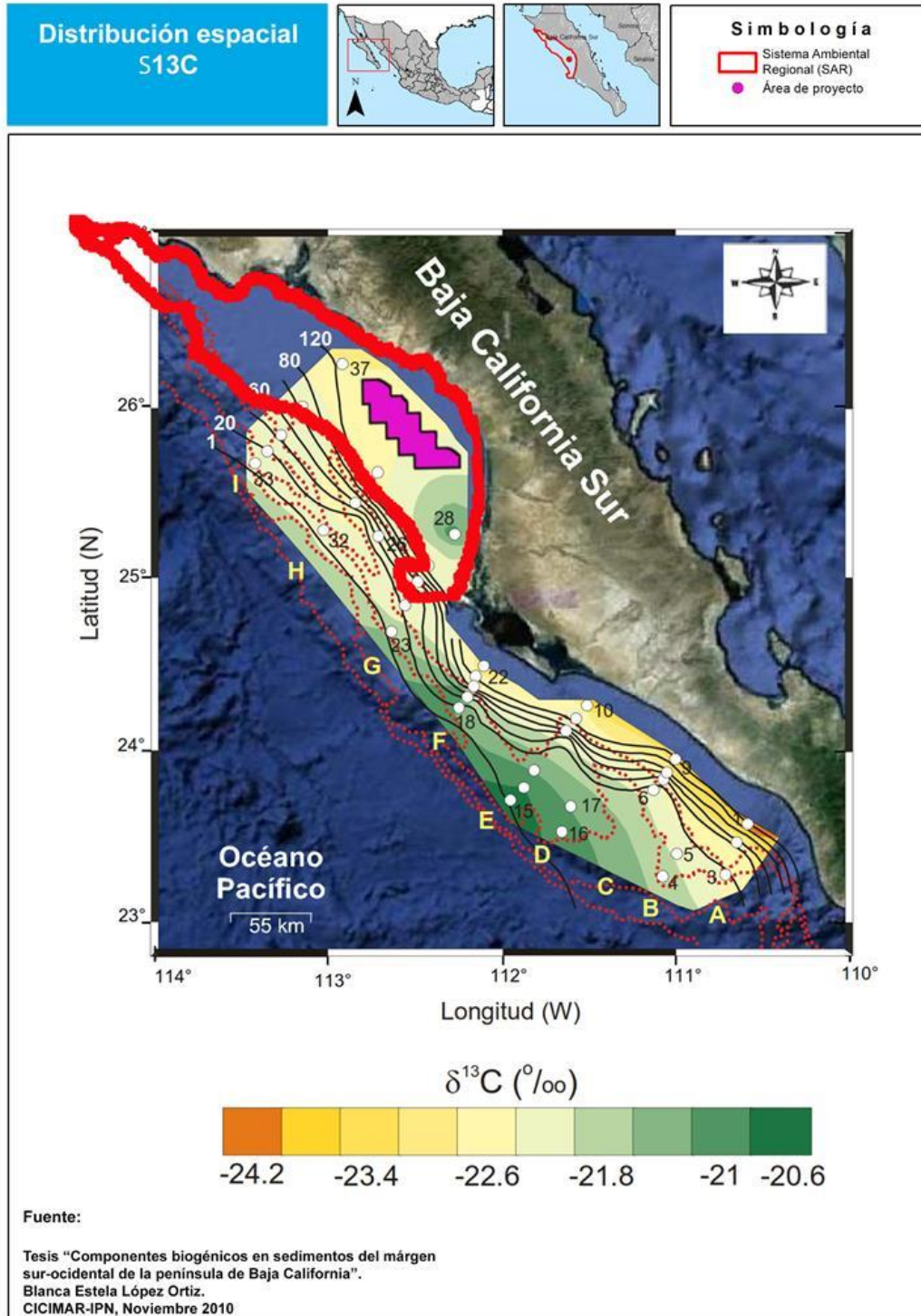


Figura IV. 43. Mapa de distribuciones espaciales de S13C. Fuente: López Ortiz, B. 2010, Componentes biogénicos en sedimentos del margen sur-occidental de la Península de Baja California.p. 52.

ESCALA SAR Y ÁREA DE INFLUENCIA

La información recabada se completó con base al levantamiento de datos en campo, los cuáles fueron obtenidos de dos campañas oceanográficas, en las cuales se registraron datos ambientales. Esta metodología tuvo dos objetivos básicamente; el primero permitió obtener información sobre el SAR definido y sus respectivos compartimentos o biotopos, y el segundo no modificar el ambiente con el uso de metodologías extractivas, como comúnmente se hace. El resultado final fue tener una mejor descripción de la Bahía de Ulloa, de la zona de interés del proyecto y del SAR conservando el ambiente.

El diseño experimental, o de muestreo, se basó en el registro de datos mediante equipos de observación de alta velocidad con tecnología de punta. Para la obtención de datos de temperatura del agua, salinidad, densidad, oxígeno, fluorescencia y pH se usó un CTD SEABIRD 19, el cual permite obtener hasta 20 datos por segundo, lo que nos permitió establecer parámetros tales como profundidad de la termoclina, picnoclina, oxiclina, etc.

Los resultados de estos parámetros se pueden revisar en el estudio de Calidad de Agua, Sedimentos, Carbono Total y Nutrientes los cuáles se encuentran de forma extensa dentro del apartado de los Anexos, 4 y 3.

De manera paralela, se usaron perfiladores acústicos basados en el principio Doppler de 600 kHz de la compañía RDI, los cuales registraron las corrientes en capas de 1 m hasta la superficie. Esta información se usó para calibrar los modelos que se aplicaron con el fin de completar la descripción del sistema y predecir la evolución de éste bajo diferentes condiciones. Es importante mencionar que durante cada campaña se registraron de forma continua variables como la profundidad, usando una ecosonda monohaz y una ecosonda con múltiples transductores conocidas como multibeam;

esta ecosonda permite obtener una descripción tridimensional del fondo con muy alta resolución. Las estaciones de muestreo fijas se presentan en la Figura IV.72.

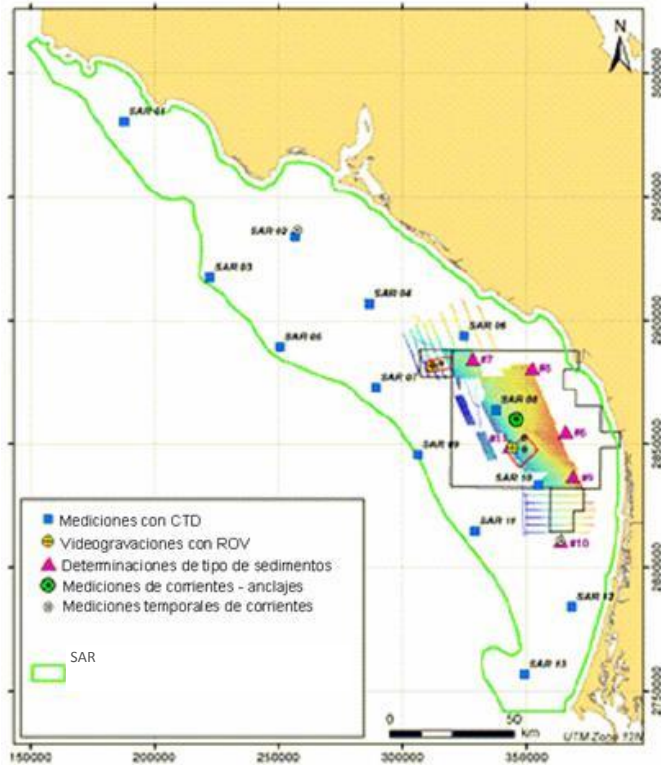


Figura IV. 442. Estaciones de muestreo efectuadas durante las campañas oceanográficas. La línea en verde delimita el Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto.

Cabe mencionar que se tuvo acceso a un sistema autónomo de observación o minisubmarino no tripulado. Estas plataformas de observación son comúnmente llamados Vehículo de Operación Remota (ROV por sus siglas en inglés), las cuales están provistas de equipos similares a los antes mencionados. Este equipo se usó principalmente para videograbar y fotografiar los organismos que se encuentran en el fondo marino, y evitar así el extraerlos y alterar el medio. Por otro lado, las videograbaciones aportaron información sobre el tipo de estructura sedimentaria del fondo marino, lo que ayudó considerablemente para establecer los biotopos dentro del SAR.

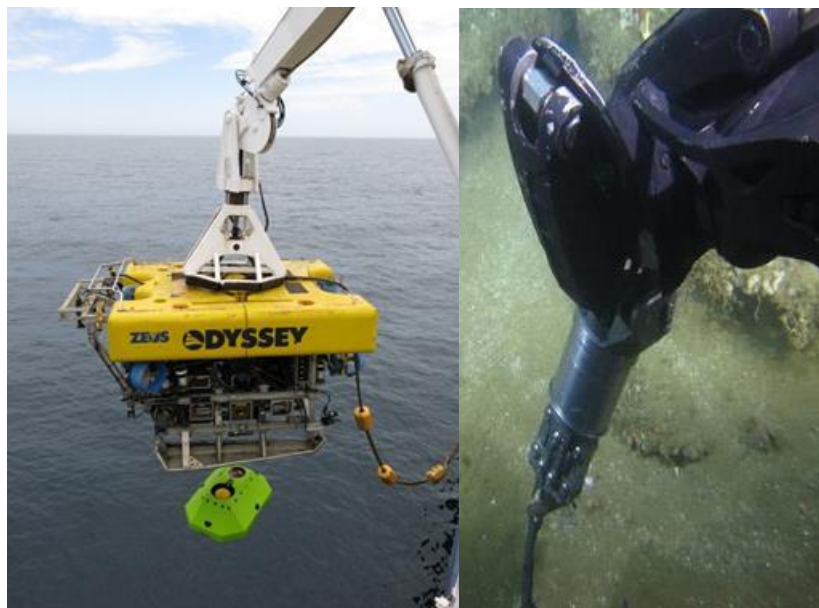


Figura IV. 453. **Panel izquierdo: Proceso de inmersión del ROV; nótese en la parte inferior uno de los perfiladores de acústicos de corrientes o ADCP en su estructura de protección, que se colocaron para medición de corrientes a diferentes profundidades. Panel derecho: imagen.**

IV.4.1 .Sedimentos

La estructura sedimentaria del fondo marino se obtuvo mediante la toma de muestras con el ROV, de núcleos (Figura IV. 46), y mediante trampas de sedimentos (Figura IV. 475 y Figura IV.), que permitieron determinar las tasas de sedimentación (para mayor detalle, se puede revisar el estudio de Sedimentos en el Anexo 3).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura IV. 464. **Obtención de muestras de sedimentos mediante el ROV.**

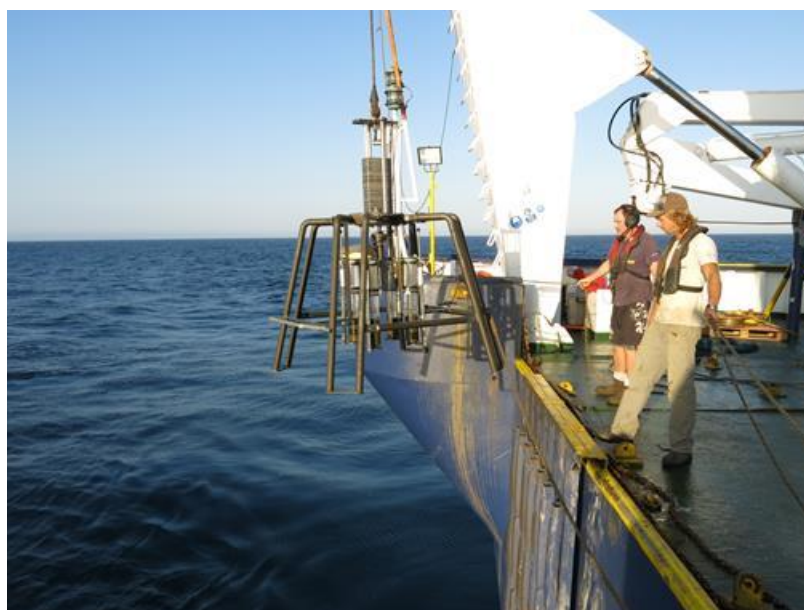


Figura IV. 475. **Proceso de inmersión de un equipo multinúcleos.**

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura IV.76. Trampa de sedimentos colocada en el fondo.

Los resultados del análisis de la composición, en términos de tamaño de granos del sedimento, muestran que el limo arcilloso es dominante en la zona, siguiéndole el limo, luego la arena muy fina, la arena fina y la grava; la arena muy gruesa y la arena gruesa estuvieron en los últimos lugares (ver siguiente Figura).

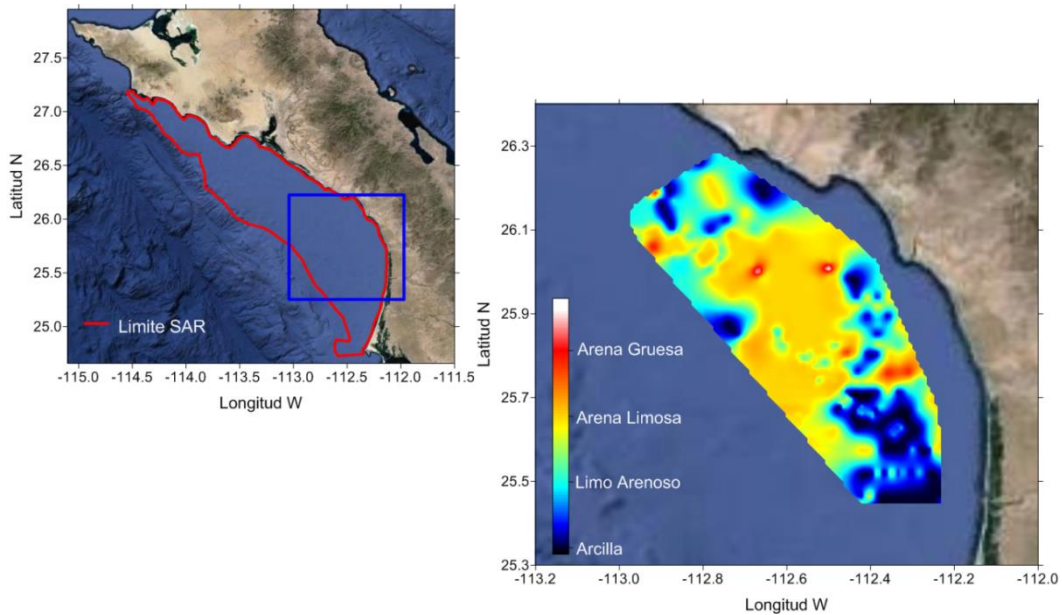


Figura IV.77. Distribución a detalle del tamaño de grano de los sedimentos.

Lo anterior denota que se trata de una zona básicamente marina-oceánica con procesos de oleaje de baja energía y poco aporte de material sedimentario de la península.

La tasa de sedimentación en la costa oeste de la península de Baja California es baja, siendo ésta de sólo algunos milímetros en cientos de años. Esto es lo que se denomina un ambiente de baja resolución sedimentaria. Durante el tiempo que estuvieron colocadas las trampas de sedimentos, que fue de 96 días, se pudo constatar que se trata de un ambiente de baja sedimentación (Ver Anexo 3).

En la siguiente figura se muestra la estructura sedimentaria, en términos de grano, a nivel regional.

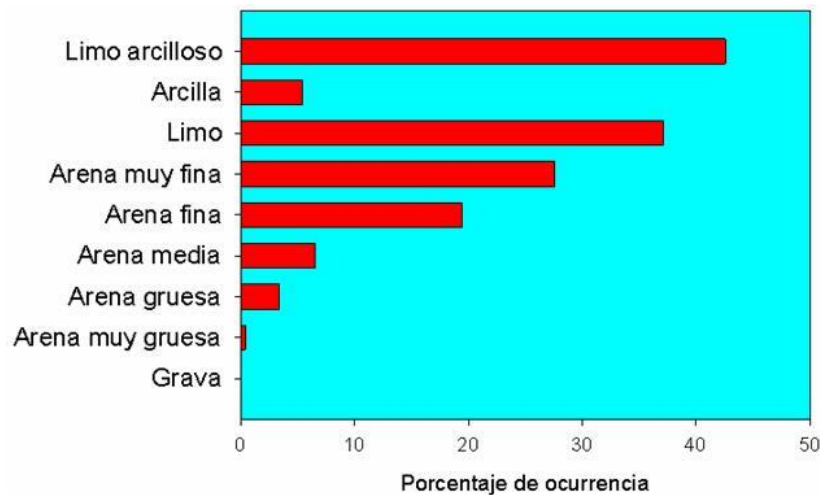


Figura IV.78. Estructura sedimentaria, en términos de tamaño de grano. Porcentajes de ocurrencia.

La distribución espacial de los sedimentos muestra que en la costa se encuentran aquellos de mayor tamaño, y hacia la zona oceánica los más finos. Este resultado es esperable para la mayoría de los ambientes costeros de baja energía; sin embargo, es importante mencionar que en la Cuenca San Lázaro predominan los sedimentos compuestos de limo. La distribución en bandas de los sedimentos por tamaño sigue las líneas de la batimetría. En la parte norte de la bahía, se encuentran arenas finas, y

muy cerca de la costa se logra observar algunos lugares con arena gruesa y grava. La zona del Cañón El Puma funciona como una trampa o sumidero de arenas gruesas.

Los núcleos presentan una distribución vertical de los sedimentos muy uniforme (Figura IV. 7979). No hay signos de que los sedimentos estuvieran expuestos a una zona de oxígeno mínimo; aún en aquellos que se tomaron en las zonas profundas, entre 250 y 200 m, no se muestran registros de discontinuidades que indiquen la ocurrencia de procesos climáticos o de variabilidad climática importante. Es importante remarcar que la zona es impactada estacionalmente por eventos de surgencias y procesos inducidos por El Niño y La Niña (Durazo y Ramírez Manguilar, 2010; Durazo y Baumgartner, 2022; Baumgartner *et al.*, 2008) y si bien, éstos son hidrodinámicamente importantes, y en cuanto a estructura comunitaria llegan a inducir una sucesión de las especies dominantes (Gaxiola Castro y Durazo, 2010; Carriquirí y Sánchez, 2010), sus efectos no quedan registrados en la columna sedimentaria.



Figura IV. 79. Sedimentos obtenidos con núcleos; el tamaño del núcleo es de un metro. Panel izquierdo: núcleo obtenido a 198 m; panel derecho: núcleo obtenido a 40 m de profundidad.

Es importante mencionar que hacia la costa y cerca de la península Vizcaíno, los sedimentos fueron más gruesos en toda la columna sedimentaria mostrando restos de conchas y otros organismos. No hay registros de ópalo biogénico significativo, ni acumulaciones de carbono orgánico total o carbonato de calcio que, por lo general, se asocian a la zona de oxígeno mínimo del Pacífico oriental. La capa de oxígeno mínimo se ubica a profundidades mayores a los 300 m, quedando fuera de la Bahía de Ulloa.

IV.4.2 Metales pesados en sedimentos

La concentración de metales pesados en los sedimentos estuvo muy cargada con aluminio, cromo, zinc y níquel, principalmente (Tabla IV. 4). La correlación entre la concentración de metales dio como resultado una asociación entre el aluminio con el cobre, plomo y níquel (Tabla IV. 5), zinc con plomo y níquel con cobre y plomo; lo anterior se conoce como paragénesis y tiene que ver con el origen común de los compuestos.

Tabla IV. 4. Resumen estadístico de los metales pesados en sedimento (mg/kg) durante el muestreo de noviembre de 2013 en el Golfo de Ulloa.

Variable	N	MIN	MAX	PROM	DE	Excelente*	Bueno*	
Aluminio	Al	7	4960	14760	7587.14	3345.16	-	-
Arsenico	As	7	4.51	33.29	13.55	9.86	41	74
Cadmio	Cd	7	3.53	19.14	6.97	5.53	39	85
Cromo	Cr	7	37.63	82.16	52.52	16.97	1200	3000
Cobre	Cu	7	5.12	11.56	7.78	2.72	1500	4300
Plomo	Pb	7	1.59	3.47	2.04	0.66	300	840
Niquel	Ni	7	9.88	25.05	13.60	5.40	420	420
Zinc	Zn	6	2.12	38.56	25.20	13.57	2800	7500

*Límites máximos permisibles para metales pesados en bio-sólidos, según la NOM-021 SEMARNAT-2000.

Tabla IV. 5. Correlación entre los metales registrados en los sedimentos (peso seco, mg/kg).

Variables		Al	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
Aluminio	Al	1	-0.28	0.01	0.18	0.79	0.99	0.99	0.55
Arsenico	As	-0.28	1	0.21	0.73	0.30	-0.37	-0.29	0.18
Cadmio	Cd	0.01	0.21	1	0.70	0.41	0.02	0.09	0.46
Cromo	Cr	0.18	0.73	0.70	1	0.74	0.13	0.22	0.62
Cobre	Cu	0.79	0.30	0.41	0.74	1	0.74	0.80	0.76
Plomo	Pb	0.99	-0.37	0.02	0.13	0.74	1	0.99	0.57
Niquel	Ni	0.99	-0.29	0.09	0.22	0.80	0.99	1	0.60
Zinc	Zn	0.55	0.18	0.46	0.62	0.76	0.57	0.60	1

Las concentraciones de metales pesados en sedimento se encontraron por debajo de los límites establecidos en la norma mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de clasificación de suelos. La comparación se deriva de la falta de una normalidad de estos compuestos en sedimentos marinos (Tabla IV. 6).

Tabla IV. 6. Valores máximos estimados en este estudio y estándares de sedimentos marinos y calidad del agua.

Contaminante	Resultados este estudio (min-max) (peso seco mg/kg)		Criterio para la evaluación de los sedimentos en California (peso seco mg/kg)	Criterio para bio-sólidos en México	
	Excelente*	Bueno*			
Aluminio	4960	14760	ND	-	-
Arsenico	4.51	33.29	85	41	74
Cadmio	3.53	19.14	9	39	85
Cromo	37.63	82.16	300	1500	4300
Cobre	5.12	11.56	390	1200	3000
Niquel	9.88	25.05	200	420	420
Plomo	1.59	3.47	110	300	840
Zinc	2.12	38.56	270	2800	7500

*Límites máximos permisibles para metales pesados en bio-sólidos, según NOM-021-SEMARNAT-2000.

Test de Elutriación

Con el fin de evaluar el potencial de liberación de metal a partir del componente de sedimentos, se realizaron pruebas de elutriación. Ello involucró agregar volúmenes medidos de sedimento al agua de mar que había sido previamente analizada para determinar su composición química y luego agitar el agua de mar durante una cantidad fija de tiempo. El componente de agua se volvió a analizar para determinar si alguno de los niveles de sustancias químicas en su interior había cambiado.

La Tabla siguiente se muestra las concentraciones de metales para el agua marina, el blanco y el pico de sedimentos concentrados en la columna de agua predecibles que puedan ocurrir en la descarga de la barcaza de proceso en relación con los estándares de calidad del agua en México. Esto muestra que el aluminio, arsénico, cadmio, cromo y níquel, incluso en el más riguroso de los estándares, inmediatamente después de la descarga se diluyen por debajo de los estándares de calidad del agua.

Tabla IV. 7. Máximos estimados del incremento de concentraciones de metales en el agua marina, asumiendo que los metales se distribuyen uniformemente en la disolución.

Metal	Blanco agua marina concentración µg/l	Pico de concentración medido en el sedimento (peso seco) mg/kg	Pico predicho de concentración en la columna de agua µg/l	Criterio calidad del agua en Mexico µg/l
As	0.00145	33.3	0.0066	0.2
Cd	0.00006	19.1	0.0038	0.2
Cr	0.00027	82.2	0.0164	6
Ni	0.00055	25.1	0.005	2

*Límites máximos permisibles para contaminantes básicos. Según NOM-001-SEMARNAT-1996

En la figura siguiente se muestran las diferencias de concentraciones entre 30 y 60 minutos de resuspensión. A partir de una prueba de *t-test* ($p = 0.05$), se observa que el níquel y el zinc, y en menor medida el cromo y el plomo, varían en su concentración en el agua a los 30 y 60 minutos de resuspensión, lo que sugiere que están incorporando concentraciones importantes hacia la columna de agua.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

La diferencia entre las concentraciones de metales pesados en agua y sedimento tiene que ver con la afinidad de estos compuestos con los sedimentos, similar a lo que sucede con los nutrientes, debido a que existen mecanismos como la adsorción físico-química y la concentración física, las cuales aumentarán la concentración de metales en los sedimentos. La distribución de los metales en los sedimentos se relaciona con las características texturales de los mismos y el contenido de materia orgánica (Ortega *et al.*, 1990), donde se registran las mayores concentraciones de metales y se relacionan con sedimentos de tipo limo-arcillosos y con un contenido de materia orgánica de entre 1 y 9% (Villalba, 1995), por lo que las concentraciones más altas de metales registradas en este estudio corresponden con las zonas donde se encuentran sedimentos más finos como los limos y arcillas, como en los sitios SAR 4, SAR 11 y SAR 12; no obstante, estas concentraciones se encuentran por debajo de los límites permisibles para la norma mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

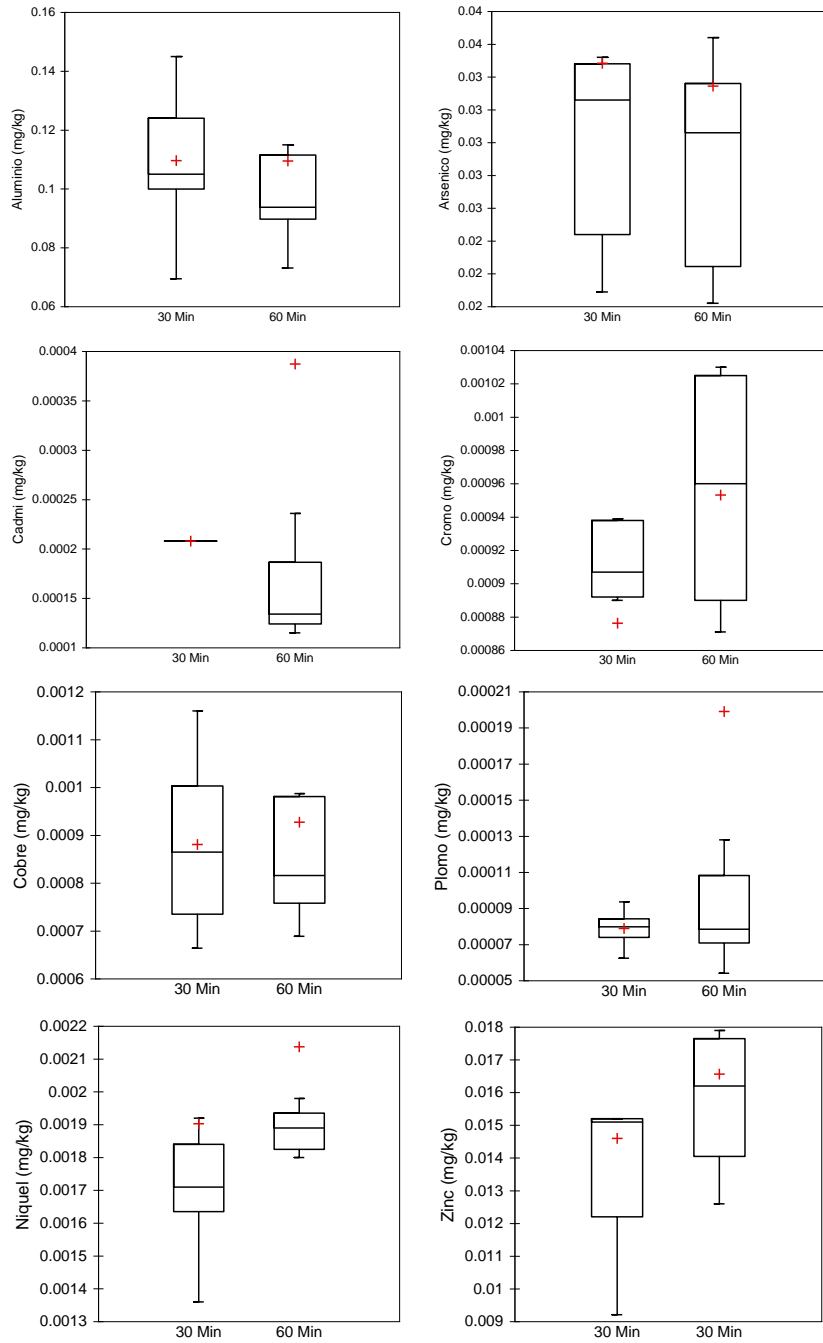


Figura IV. 480. Concentración de metales en el agua lixiviada después de 30 y 60 minutos.

Será importante tomar en cuenta la concentración de metales pesados en los organismos, ya que si el metal alcanza a formar complejos éste quedará biodisponible para los organismos

pelágicos, y serán los organismos pertenecientes a la base de la trama trófica, como el fitoplancton, donde se aprecien los primeros efectos de bioacumulación (Ruelas-Inzunza y Páez-Osuna, 2006) y así inhibir el crecimiento de cada organismo (Frías-Espericueta *et al.*, 2011).

La sensibilidad del fitoplancton a la concentración de metales pesados ha sido documentada por Hollibaugh *et al.*, 1980; French y Evans, 1988; Franklin *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2002, así como su alta sensibilidad a la exposición aguda de cobre (Dahl y Blanck, 1996; Moreno-Garrido *et al.*, 2000).

Sin embargo, dado un caso extremo en el que el sedimento se incorpore a las capas superficiales de la columna de agua (lo cual es altamente improbable debido al diseño y métodos de dragado propuestos), el incremento de nutrientes desde los sedimentos podría estimular la producción primaria del fitoplancton, provocando un aumento en el pH del agua circundante (Liehr *et al.*, 1994) y favoreciendo la precipitación y posterior eliminación de los iones metálicos (Lehmann *et al.*, 1999) debido a la capacidad de amortiguación superior del agua marina. Por lo tanto, no se espera que el pH descienda drásticamente durante las actividades de dragado en el Golfo de Ulloa, debido a su característica euhalina (salinidad >30 UPS, Reynaga-Franco, 2009). Además, como los sedimentos volverán a depositarse en el fondo, al igual que la materia orgánica suspendida, los metales suspendidos tenderán a formar complejos con estos dos componentes (por adsorción) y comenzarán a depositarse nuevamente en los sedimentos, disminuyendo su concentración en el agua.

Por lo anterior, el impacto de la hipotética incorporación de metales a la columna de agua sería en él un muy hipotético caso amortiguado por las características físico-químicas propias del área de estudio, principalmente la salinidad y el pH.

IV.4.3 Características químicas en la columna de agua

Se evaluaron detalladamente las características físico-químicas de la campaña IMECOCAL 1301 e IMECOCAL 1304B/O Golfo de Ulloa, que permiten tener conclusiones certeras acerca de los posibles impactos de las actividades de dragado sobre el sitio del proyecto.

Tomando como base las campañas IMECOCAL 1301 e IMECOCAL 1304B/O Golfo de Ulloa en Invierno (Febrero) y Verano (Junio) de 2013, las cuales abarcaron la zona comprendida entre las estaciones SAR_01 hasta la SAR_05, y el muestreo llevado a cabo en este estudio durante Otoño (Noviembre) de 2013; se determinaron diferencias significativas (Análisis de Varianza, ANOVA $\alpha=0.05$) entre la temperatura (

Figura IV. 491 a), salinidad (

Figura IV. 491b) y $\sigma-t$ (

Figura IV. 491c). En invierno y verano se registraron las menores temperaturas con valores promedio de 15.27 y 15.16 °C respectivamente, en otoño se registró la mayor temperatura con un promedio de 19.59 °C. Al igual que la temperatura las salinidades más bajas fueron en Invierno (33.98 UPS) y verano (33.80 UPS) y en otoño se alcanzó una salinidad de 34.06 UPS, finalmente el valor más bajo de $\sigma-t$ se registró en otoño (24.10) y los más altos en el resto de las estaciones (Invierno=24.90, Verano= 24.88).

La distribución vertical de la temperatura (Figura IV. 502a) evidencia la diferencia entre las tres temporadas de invierno y verano en comparación con el otoño y es, en estas dos estaciones, donde se registran las temperaturas más bajas con una termoclina alrededor de los 20 m en invierno y 10 m en verano; en otoño la temperatura presento un rango distinto con una termoclina más profunda que el resto de las temporadas (40 m), debido al efecto dipolo de corrientes que se encuentra presente en esta temporada del año; sin embargo, en otoño es más evidente la estratificación térmica de la columna de agua (Jerónimo y Gómez-Valdés, 2006).

La distribución vertical de la salinidad (Figura IV. 502b) presenta una distribución similar a la temperatura; es decir, las salinidades más bajas en Invierno y verano, y el aumento de ésta en otoño, en el invierno se aprecia una marcada disminución alrededor de los 20 m y un incremento en verano a la misma profundidad, lo cual en combinación con la temperatura evidencia el inicio de la estratificación térmica durante el verano que continúa hasta el otoño en donde se registraron las mayores salinidades en superficie con un descenso muy marcado hasta los 30 m, y un incremento a partir de los 50 m, esta distribución vertical sugiere la presencia de distintas masas de agua (Hernández-de-la-Torre *et al.*, 2003).

Finalmente la densidad ($\sigma-t$) es menor en la temporada de otoño (Figura IV. 502 c), ya que la temperatura es mayor que el resto de las estaciones anuales, y aunque la salinidad sea más alta en esta estación, es la salinidad la que tiene un mayor efecto sobre la densidad del agua de mar, lo cual provoca que los valores de $\sigma-t$ sean los más bajos del año (Wright, 1997). Sin embargo, se puede apreciar un aumento en la densidad conforme aumenta la profundidad siguiendo el mismo patrón de la temperatura y la salinidad, lo cual sugiere una masa de agua distinta.

En la Figura IV. 502 se muestra la variación vertical de la temperatura y salinidad en a) invierno, b) verano y c) otoño, en donde se aprecia una termoclina menos marcada que en el resto del año, ya que las condiciones ambientales de temperatura propician que las condiciones de estratificación disminuyan durante el invierno. Durante todo el año se presentan condiciones de estratificación, pero es en otoño, donde estas condiciones son más marcadas y se presenta una mayor estabilidad vertical (Saitsev *et al.*, 2014), lo cual se relaciona con el efecto de las corrientes locales que se presentan en esta temporada.

Este comportamiento vertical se presenta desde la zona norte y el centro del Golfo de Ulloa y la zona sur del Golfo de Ulloa hasta Bahía Magdalena (Figura IV. 513), por lo tanto toda la zona en la que se llevara a cabo el dragado presenta condiciones de estratificación térmica termohalina durante todo el año. Lo anterior evidencia la influencia del acoplamiento tipo dipolo de corrientes marinas en otoño, ya que al existir dos tipos de giros, uno más cálido que otro, la temperatura tiende a ser mayor que en el resto del año, lo cual se apreció desde la parte norte del Golfo de Ulloa hasta Bahía Magdalena (Saitsev *et al.*, 2014). Asimismo, la

salinidad tiende a ser mayor por efecto del afloramiento de agua más densa, y finalmente el σ_t es el más bajo en superficie por efecto de las masas de agua más cálidas y aumenta con la profundidad, lo cual generará que las masas de agua se mezclen en algunas zonas del Golfo de Ulloa durante la estación de otoño.

Durazo *et al.*, (2010) menciona que durante la mayor parte del año se presentan giros anticiclónicos superficiales presentando condiciones homogéneas a las costa de Baja California y es en otoño donde se presenta un estratificación y condiciones más estables (Gay y Cherskin, 2009); sin embargo, en estudios realizados de 1997 hasta 2013 se ha apreciado que generalmente en esta temporada se presentan temperaturas y salinidades más altas que en verano (Tabla IV. 8), por lo que, a pesar de la estabilidad oceanográfica en la costa de Baja California en otoño, el escenario dentro del Golfo de Ulloa es distinto debido a que en algunas zonas las masas de agua subsuperficiales se mezclan con las superficiales, por que la influencia de la corriente de California disminuye (Saitsev *et al.*, 2014) y se favorece el acoplamiento tipo dipolo por efecto de los vientos del noroeste.

En la Figura IV. 524, se representa la temperatura superficial (SST) promedio para varias series de tiempo en el Golfo de Ulloa y en la zona norte y fuera de Bahía Magdalena, lo cual evidenció la influencia que tiene la Corriente de California (CC) de noviembre a mayo y durante el resto del año esta influencia disminuye (Avendaño-Ibarra *et al.*, 2004; Palomares-García y Gómez-Gutiérrez, 1996; Lluch-Belda *et al.*, 2003; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 1999; Lluch-Belda *et al.*, 2000). Es por esto que la estabilidad de la columna de agua es menor durante estos meses, y es de junio a octubre cuando esta influencia disminuye, por lo anterior se puede decir que la zona de estudio se ve influenciada por estos procesos a meso escala ya que desde el norte del Golfo de Ulloa y hasta Bahía Magdalena se aprecia el mismo comportamiento de la temperatura superficial del mar (SST).

Con base a los resultados expuestos, y al diseño de dragado propuesto para el proyecto, se puede concluir que al llevarse a cabo las actividades de dragado en la zona descrita, no se favorecerá la incorporación de materiales a la columna de agua (como sedimentos, nutrientes,

metales pesados, estructuras de resistencia de fitoplancton etc.) contenidos en los sedimentos. Sin embargo, en caso de afectarse parte de la columna de agua el efecto de la incorporación de estos materiales no tendrá un impacto significativo, ya que las condiciones oceanográficas presentes en la zona, no permitirán que el material resuspendido se incorpore a las capas superiores de la columna de agua.

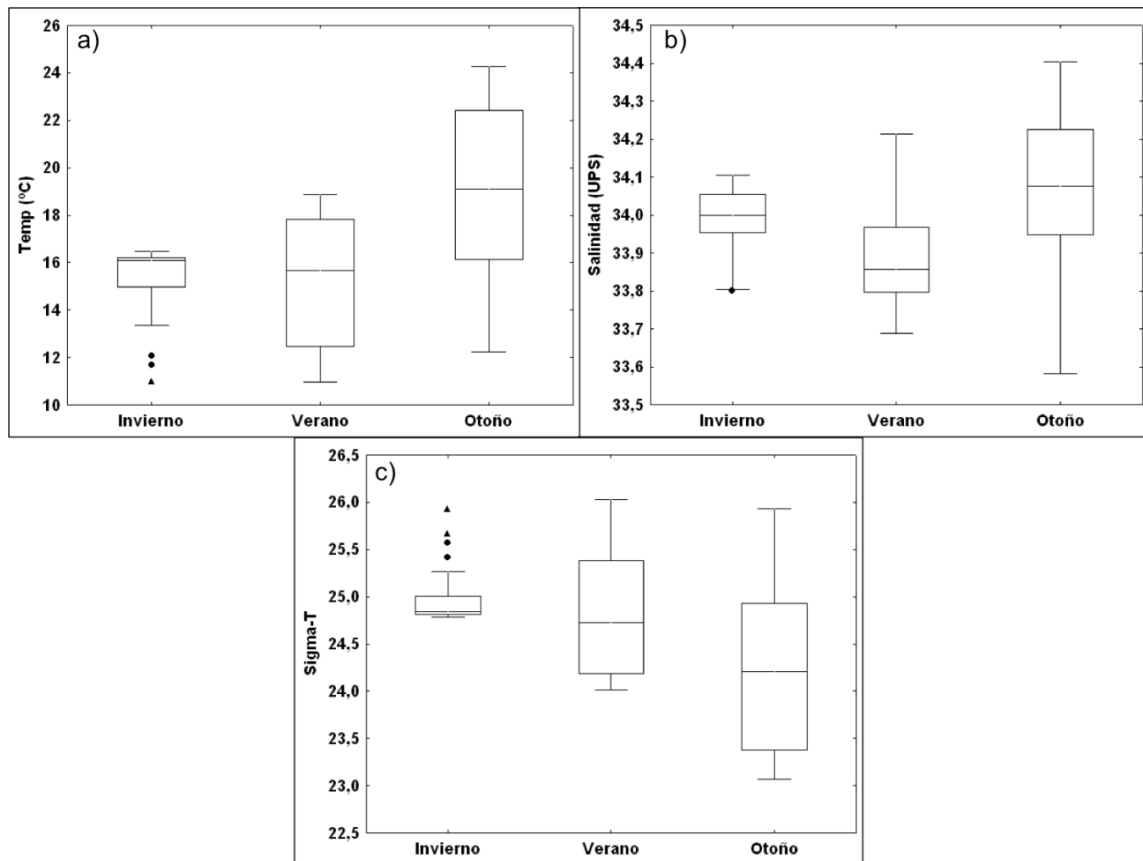


Figura IV. 491. Variables oceanográficas que presentaron diferencias significativas durante el año 2013 en el Golfo de Ulloa (ANOVA, $\alpha < 0.05$) a) Temperatura, b) Salinidad y c) Sigma-t.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

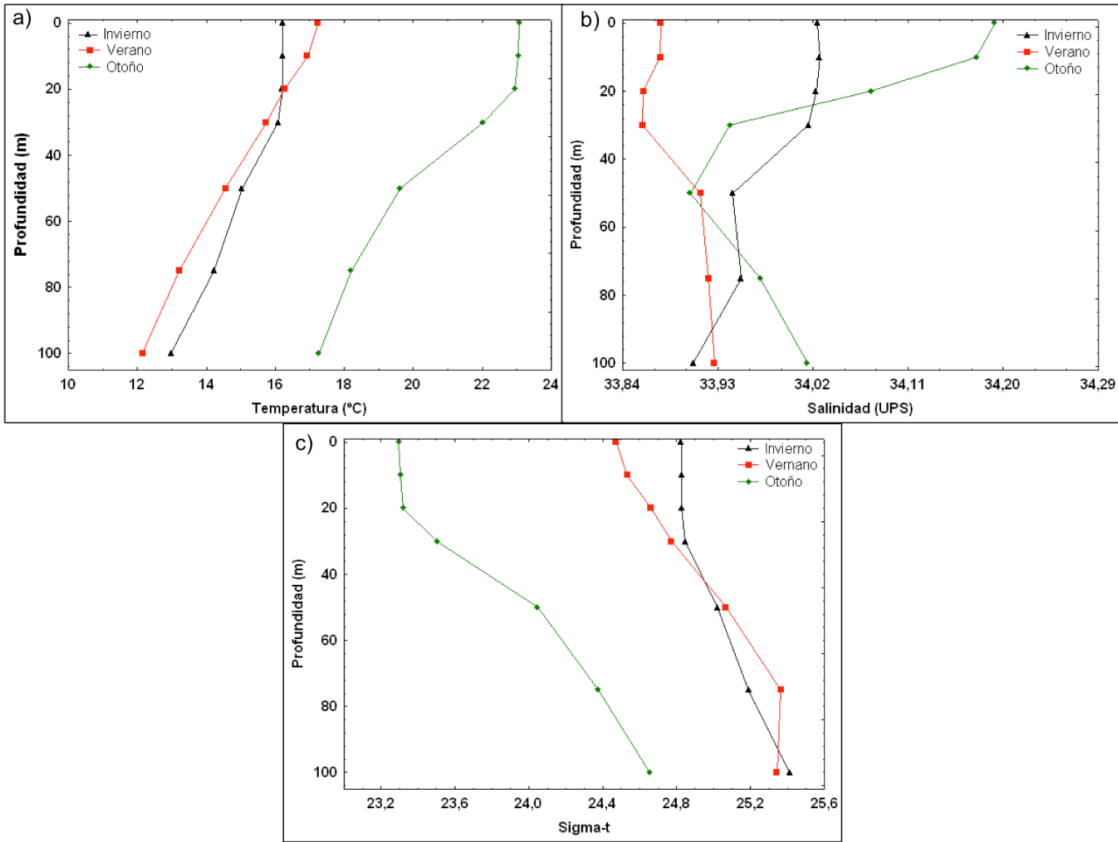


Figura IV. 502. Variación vertical de a) temperatura, b) salinidad y c) Sigma-t, para cada temporada del año 2013 en el Golfo de Ulloa.

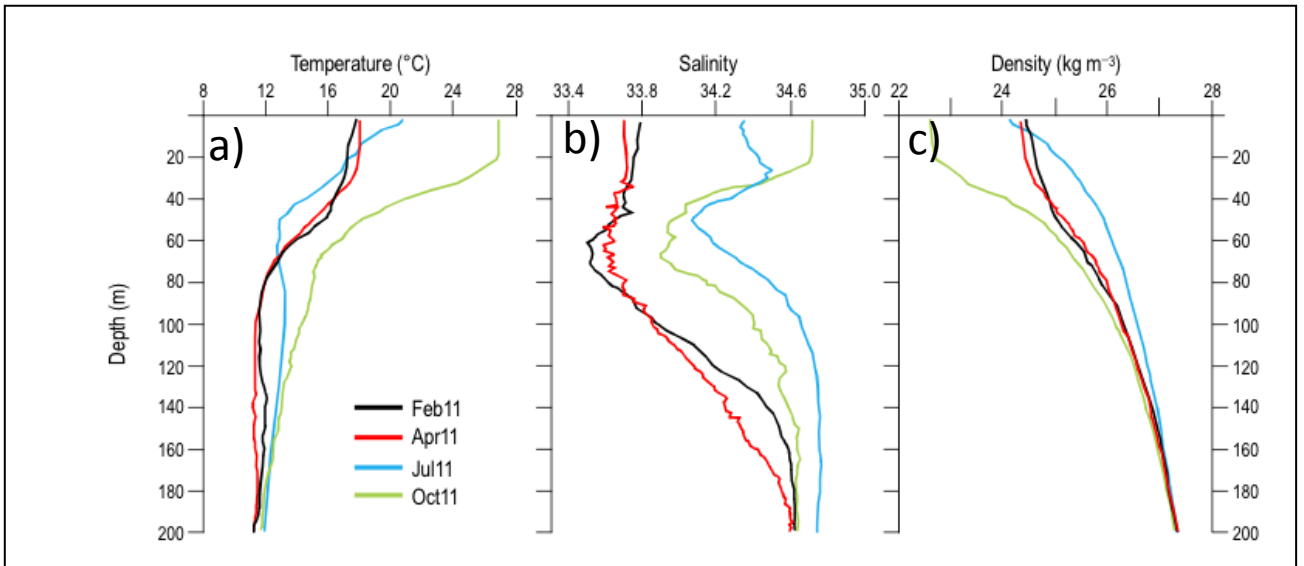


Figura IV. 513. Variación vertical de a) temperatura, b) salinidad y c) densidad, en el exterior de Bahía Magdalena durante el año 2011 en el Golfo de Ulloa (Saitsev et al., 2014).

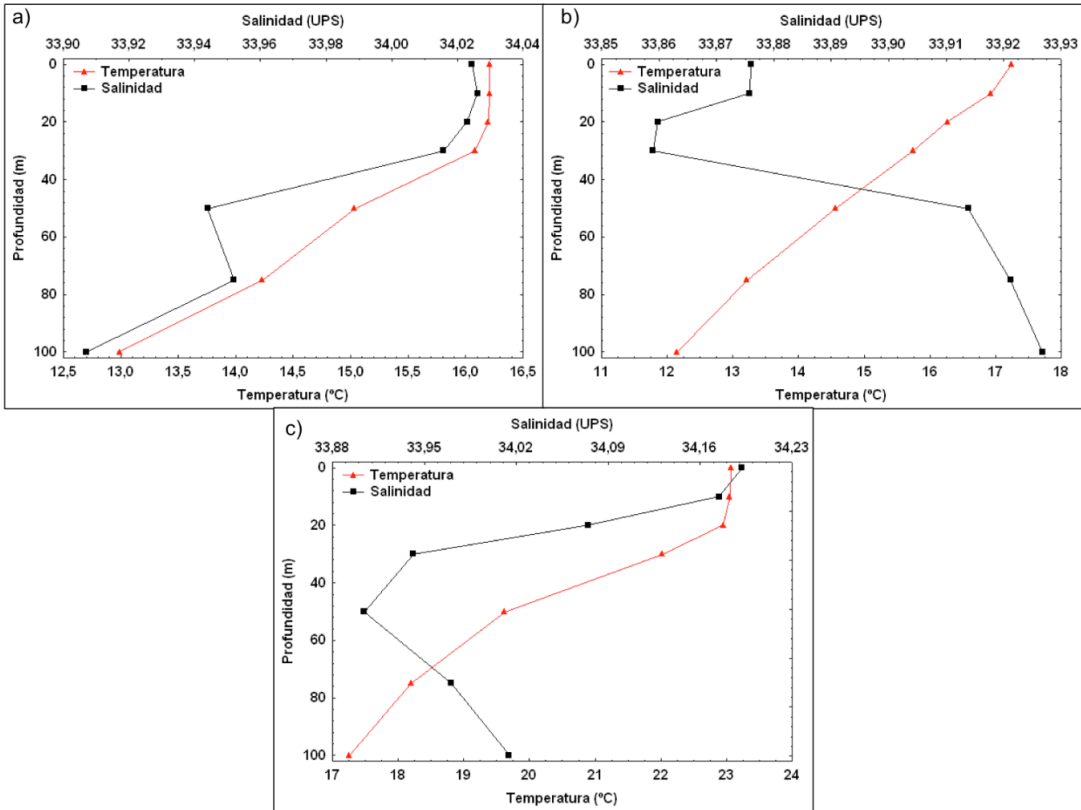


Figura IV. 524. Variación vertical de la temperatura y la salinidad en a) Invierno, b) Verano y c) Otoño de 2013 en el Golfo de Ulloa.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

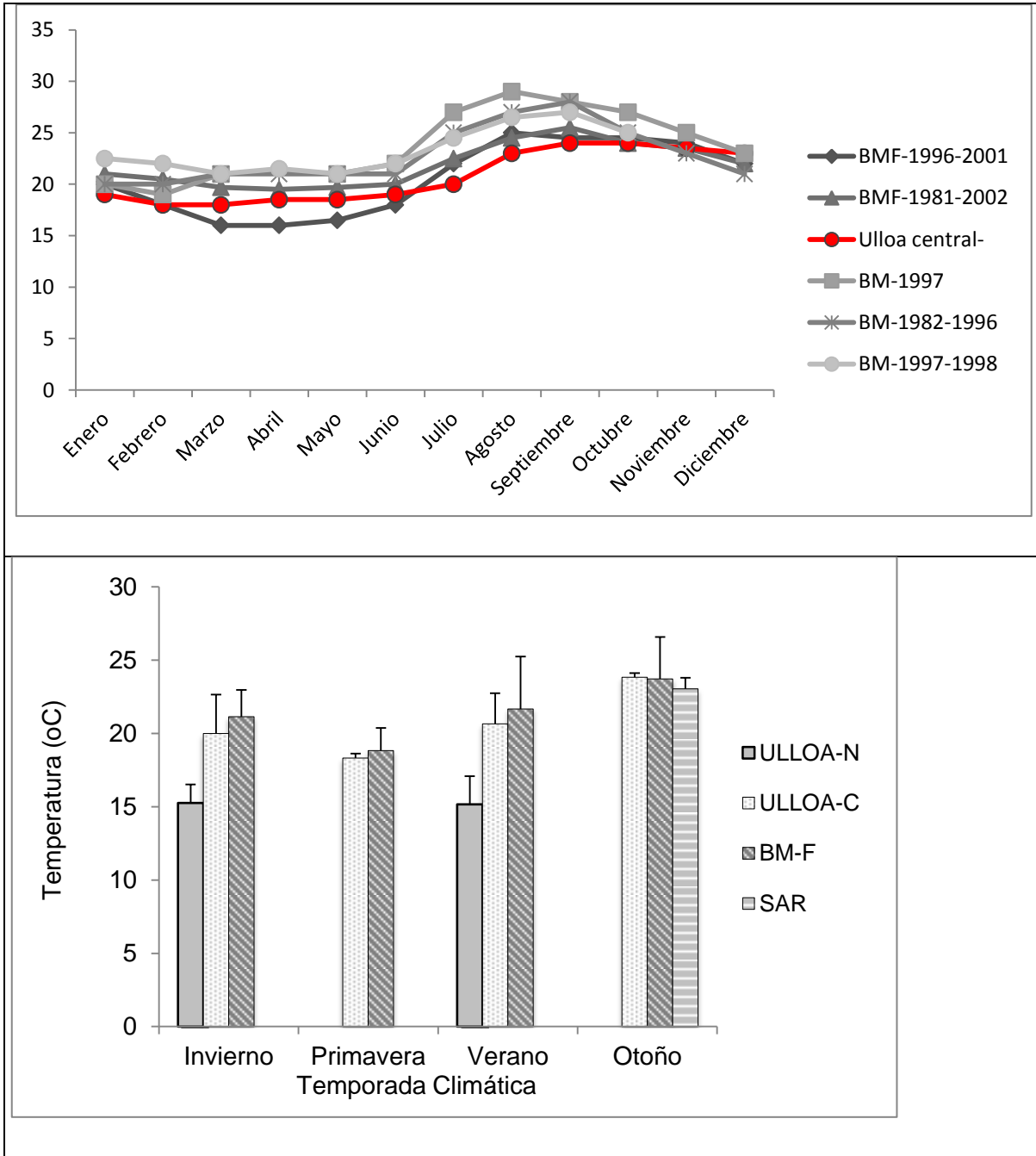


Figura IV. 535. Ciclos medios anuales de la temperatura superficial del mar (SST) correspondientes a la zona central del Golfo de Ulloa (-●-), y la parte exterior de Bahía Magdalena, 1973-1998 (-□-) 1981-2002 (-◇-), 1996-2001 (-○-) y 2011-2012 (-■-). La comparación entre las series de tiempo NO mostró diferencias significativas ($KW_{4, 243} x^2= 5.86$). Variación de temperatura promedio en las principales estaciones anuales.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla IV. 8. Parámetros físico-químicos y nutrientes reportados para el Golfo de Ulloa, Bahía Magdalena y la costa de Baja California.

Localidad	Físico-químicos					Nutrientes						Temporada	Referencia	
	Temperatura	Salinidad	Sigma-t	Oxígeno	Turbidez	Chl a	NH4	NO3	PO4	SiO2	Ntotal			Ptotal
Golfo de Ulloa	19.59	34.07	24.10	-	0.30	0.62	2.15	1.54	-	3.79	22.58	1.67	Otoño 2013	Este estudio
	15.16	33.80	24.88	4.64	-	-	-	-	-	-	-	-	Verano 2013	Campaña IMECOCAL 1304
	15.27	33.98	24.90	5.12	-	-	-	-	-	-	-	-	Invierno 2012	Campaña IMECOCAL 1301
	18.25	34.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Primavera 2008	Martínez-Almeida <i>et al.</i> , (2014)
	22.77	34.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Verano 2008	Martínez-Almeida <i>et al.</i> , (2014)
	17.18	34.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Otoño 2008	Martínez-Almeida <i>et al.</i> , (2014)
Bahía Magdalena Fuera	13.25	34.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Febrero 2011	Saitsev <i>et al.</i> , (2014)
	11.75	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Abril 2011	Saitsev <i>et al.</i> , (2014)
	13	34.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Julio 2011	Saitsev <i>et al.</i> , (2014)
	15	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Octubre 2011	Saitsev <i>et al.</i> , (2014)
	20.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Enero 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Febrero 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	19.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Marzo 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	18.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Abril 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	18.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mayo 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	18.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Junio 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	22.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Julio 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	24.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Agosto 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	25.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Septiembre 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	23.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Octubre 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	22.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Noviembre 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
	23.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Diciembre 1973-1998	Lulch-Belda <i>et al.</i> , (2000)
Costa de Baja California	19.5	33.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ciclo Anual	Gomez Valdez <i>et al.</i> , (2009)
	14.8	33.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ciclo anual	Jerónimo y J Gómez-Valdés (2006)
	22	33.7	-	-	-	0.18	-	-	-	-	-	-	Otoño 2003	Aguirre-Hernández <i>et al.</i> , (2004)
	18.3	33.9	-	-	-	0.15	-	-	-	-	-	-	Invierno 2003	Aguirre-Hernández <i>et al.</i> , (2004)
	19	33.4	-	-	-	0.36	-	-	-	-	-	-	Primavera 2004	Aguirre-Hernández <i>et al.</i> , (2004)
	19	33.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Invierno	Soto-Mardones <i>et al.</i> , (2004)
	19.9	32.8	-	-	-	0.2825	-	-	-	-	-	-	Ciclo anual	CalCOFI (2005)
	18.2	33.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Otoño	Mariano-Matías <i>et al.</i> , (2006)
	17	33.5	-	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	Primavera 2006	CalCOFI (2007)
	21.6	33.8	-	-	-	0.71	-	-	-	-	-	-	Verano 2006	CalCOFI (2007)
	19.5	34.3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	Invierno 2006	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	1.14	-	5.21	-	-	-	-	Primavera 2006	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	2.23	-	1.91	-	-	-	-	Primavera 2005	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	1.79	-	4.95	-	-	-	-	Primavera 2004	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	1.93	-	8.65	-	-	-	-	Primavera 2003	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	6.59	-	4.14	-	-	-	-	Primavera 2002	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	6.09	-	4.28	-	-	-	-	Primavera 2001	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	2.99	-	4.37	-	-	-	-	Primavera 2000	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	4.92	-	3.62	-	-	-	-	Primavera 1999	CalCOFI (2007)
	-	-	-	-	-	2.63	-	0.67	-	-	-	-	Primavera 1998	CalCOFI (2007)
-	-	-	-	-	2.22	-	10.1	-	-	-	-	Primavera 1997	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	6.1	-	7.95	-	-	-	-	Verano 2006	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	10.5	-	2.25	-	-	-	-	Verano 2005	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	5.5	-	10.2	-	-	-	-	Verano 2004	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	8.4	-	12	-	-	-	-	Verano 2003	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	9	-	9.43	-	-	-	-	Verano 2002	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	10.9	-	11.49	-	-	-	-	Verano 2001	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	9.7	-	10.3	-	-	-	-	Verano 2000	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	8.1	-	8.41	-	-	-	-	Verano 1999	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	8.7	-	11.7	-	-	-	-	Verano 1998	CalCOFI (2007)	
-	-	-	-	-	10.1	-	11.74	-	-	-	-	Verano 1997	CalCOFI (2007)	

Nutrientes. Las concentraciones de nutrientes registradas en el Golfo de Ulloa durante este estudio fueron relativamente bajas comparadas con reportes anteriores (Tabla IV. 5). Los nitratos variaron de 1.00 (0.06 mg l⁻¹) a 2.58 μM (0.16 mg l⁻¹) con un promedio de 1.54 μM (0.10 mg l⁻¹) presentando una amplia variación (31.30%).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla IV. 9. Concentración de nutrientes (nitratos) reportada para las costas de Baja California, incluido el Golfo de Ulloa (CALCOFI, 2007).

Año	Primavera	Verano
1997	5.21	7.95
1998	1.91	2.25
1999	4.95	10.2
2000	8.65	12
2001	4.14	9.43
2002	4.28	11.49
2003	4.37	10.3
2004	3.62	8.41
2005	0.67	11.7
2006	10.1	11.74

Concentraciones en μM

Los ortofosfatos no fueron detectados en los sitios de estudio; el amonio presento un valor promedio de $0.04 \pm 0.04 \text{ mg l}^{-1}$ y varió muy poco entre sitios de muestreo (CV% 11). Entre las formas de nitrógeno, los nitratos fueron los que registraron un mayor aporte a la concentración de nitrógeno inorgánico disuelto (DIN) representando casi un 70% del total en los sitios de muestreo (Figura IV.86). Los silicatos registraron una concentración que fue de 0.18 a 0.37 mg l^{-1} variando un 23% (coeficiente de variación) y una concentración promedio de $0.23 \pm 0.05 \text{ mg l}^{-1}$ (Tabla IV. 10). La concentración de nutrientes totales dio como resultado una mayor concentración de nitrógeno que de fósforo (0.32 y 0.05 mg l^{-1} respectivamente) lo que equivale a una relación N:P baja (6.10 en promedio) que sugiere una limitación (del fitoplancton) por nitrógeno más que por fósforo.

Tabla IV. 10. Resumen estadístico de los nutrientes (mg l^{-1}) registrados en el Golfo de Ulloa.

Variable		N	Min	Max	Prom	DE
Ortofosfatos	P- PO_4^{3-}	13	-	-	-	-

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Silicatos	Si-SiO ₂	13	0.18	0.37	0.23	0.05
Amonio	N-NH ₄ ⁺	13	0.04	0.05	0.04	0.004
Nitratos	N-NO ₃ ⁻	13	0.06	0.16	0.10	0.03
Fósforo Total	PT	13	0.04	0.07	0.05	0.01
Nitrógeno Total	NT	13	0.23	0.43	0.32	0.06
Nitrógeno Inorgánico Disuelto	NID	13	0.10	0.20	0.13	0.03

Las concentraciones de nutrientes registradas en este estudio corresponden a concentraciones intermedias entre lo reportado durante primavera y verano, lo cual probablemente se deba a efecto provocado por el acoplamiento de los giros ciclónicos y anticiclónicos reportados para la temporada de muestreo, ya que en uno de los giros habrá afloramiento de agua profunda con una concentración de nutrientes más alta que la de superficie (Travisaña-Castro, 2006).

Tabla IV. 11. Correlación entre las variables físico químicas y la concentración de nutrientes durante noviembre de 2013 en el Golfo de Ulloa.

Variables	Temp	Sal	Sigma-t	Ph	Par	Fluo	Turb	NH4	NO3	NT	PT	SIO2
Temperatura (Temp)	1	0.75	-0.94	0.16	0.45	0.27	0.32	-0.22	0.49	0.08	0.37	0.28
Salinidad (Sal)	0.75	1	-0.47	-0.24	0.40	0.23	0.39	-0.17	0.71	0.32	0.48	0.49
Sigma-t	-0.94	-0.47	1	-0.33	-0.39	-0.26	-0.23	0.20	-0.29	0.06	-0.23	-0.11
pH	0.16	-0.24	-0.33	1	-0.01	-0.10	-0.10	-0.21	-0.33	-0.45	-0.14	0.00
Luz (par)	0.45	0.40	-0.39	-0.01	1	0.05	0.15	-0.16	0.50	0.16	0.18	-0.01
Fluorescencia (Fluo)	0.27	0.23	-0.26	-0.10	0.05	1	0.81	-0.03	0.17	0.27	-0.03	0.37
Turbidez (Turb)	0.32	0.39	-0.23	-0.10	0.15	0.81	1	-0.09	0.10	0.16	0.13	0.30
Amonio (NH4)	-0.22	-0.17	0.20	-0.21	-0.16	-0.03	-0.09	1	-0.07	-0.12	-0.12	-0.06
Nitratos (NO3)	0.49	0.71	-0.29	-0.33	0.50	0.17	0.10	-0.07	1	0.30	-0.05	0.33
Nitrógeno Total (NT)	0.08	0.32	0.06	-0.45	0.16	0.27	0.16	-0.12	0.30	1	0.23	0.41
Fosforo Total (PT)	0.37	0.48	-0.23	-0.14	0.18	-0.03	0.13	-0.12	-0.05	0.23	1	0.00
Silicatos (SIO2)	0.28	0.49	-0.11	0.00	-0.01	0.37	0.30	-0.06	0.33	0.41	0.00	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05

La relación entre los nutrientes y los parámetros físico químicos dio como resultado una asociación significativa entre la salinidad y los nitratos (Tabla IV. 11) en sentido positivo, lo anterior sugiere que esta forma de nitrógeno está siendo incorporada probablemente por un efecto de surgencia, es decir, el afloramiento de una masa de agua de mayor densidad (salinidad) rica en nitratos. De forma similar la concentración de nitrógeno y fósforo total, registraron una correlación alta (0.32 y 0.48 respectivamente) con la salinidad, aunque no significativa.

De acuerdo con un análisis clúster realizado sobre las concentraciones de nutrientes (basado en la distancia euclidiana y el método de Ward), espacialmente se reconocieron dos grupos y un *outlier* (estación SAR10), el primero integrado por las estaciones SAR1, SAR2, SAR5, SAR6 y SAR12 y el otro compuesto por las estaciones SAR3, SAR4, SAR7, SAR8, SAR9, SAR11 y SAR13 (Figura IV.).

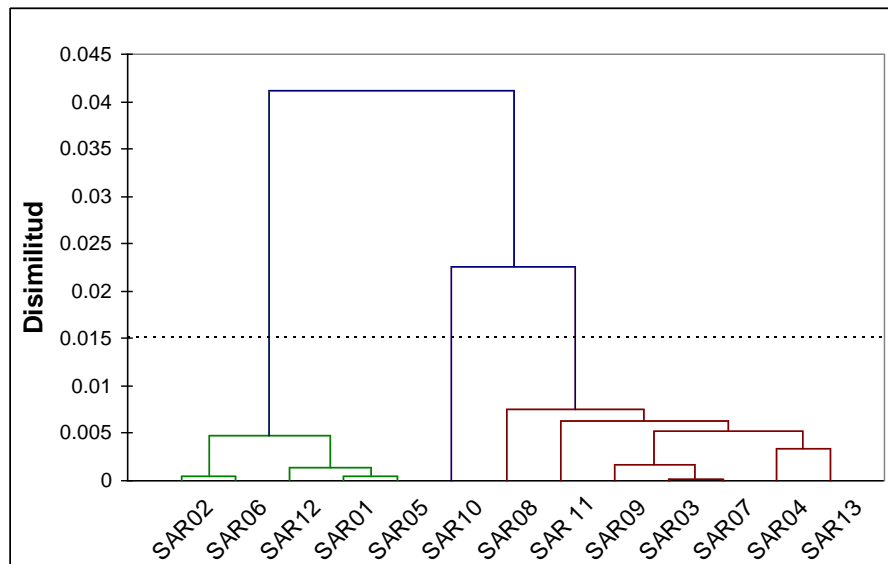


Figura IV.86. Ordenación espacial de los nutrientes en el Golfo de Ulloa durante noviembre de 2013

IV.5. Medio Biótico

Debido a la naturaleza del proyecto, y a la dinámica de la zona donde se desarrollará, la descripción del medio biótico se basa mayormente en consultas bibliográficas; no obstante, también se realizaron algunas observaciones en el SAR.

La información relacionada con el medio biótico está incluida en los anexos 1 (comunidades pelágicas, estudios de Taxonomía), 6 (avistamientos marinos) y 16 (comunidades biológicas)

IV.5.1. Zona marina

Las regiones de Bahía de Ulloa y Bahía Magdalena son reconocidas por su biodiversidad alta, producto de la presencia de especies de aguas cálidas y templadas (Etnoyer *et al.* 2004, Funes-Rodríguez *et al.* 2007, Malakoff 2004). Por la presencia de surgencias, se desarrollan grandes volúmenes de fitoplancton que sirve de base para la cadena alimentaria.

A continuación se hace una breve descripción de las distintas zonas que, de conformidad con la oceanografía, dividen al océano según su profundidad:

❖ Zona epipelágica

Zonas marinas situadas entre la superficie y hasta los 200 m de profundidad. Esta región se caracteriza por ser abundante en vida submarina, ya que penetra la luz solar y gracias a dicha iluminación pueden realizar la fotosíntesis. En biología marina, este término hace referencia a la descripción de un tipo determinado de ambiente de hábitat natural de las especies de plantas y de animales marinos que nadan libremente y que viven y/o se alimentan en aguas abiertas a dichas

profundidades. En la superficie, estas aguas son agitadas por el oleaje y atravesadas por la luz. Aquí viven la mayoría de las especies capturadas por los pescadores.

❖ **Zona Mesopelágica**

Aguas marinas situadas entre 200 y 1,000 m de profundidad, por debajo de la zona epipelágica y por encima de la batipelágica. Esta región se caracteriza porque penetra algo de luz solar, aunque insuficiente para la fotosíntesis.

❖ **Zona Batial o zona batipelágica.**

Aguas y fondos marinos situados entre 1,000 y 4,000 m de profundidad, comprendida por debajo de la zona mesopelágica y por encima de la zona abisopelágica o abisal. Esta región se caracteriza por una presión hidrostática elevada.

❖ **Zona Abisal o zona abisopelágica**

Está por debajo de la zona batipelágica y por encima de la hadopelágica o hadal, y corresponde al espacio oceánico entre 3,000 y 6,000 m de profundidad. Es una zona oscura donde la luz solar no llega.

❖ **Zona Hadal o zona del hades**

Identifica a las aguas y fondos marinos por debajo de la zona abisal y corresponde a las zonas más profundas del océano en las grandes fosas oceánicas situadas a más de 6,000 m de profundidad. Esta región se caracteriza por un ambiente frío, presión hidrostática extremadamente elevada, escasez de nutrientes y ausencia total de luz. Derivado de la zonificación anterior, se tiene que la fauna del mar, de igual forma, es clasificada según la profundidad en la que los organismos se desplazan, tal y como se muestra en la figura siguiente:

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

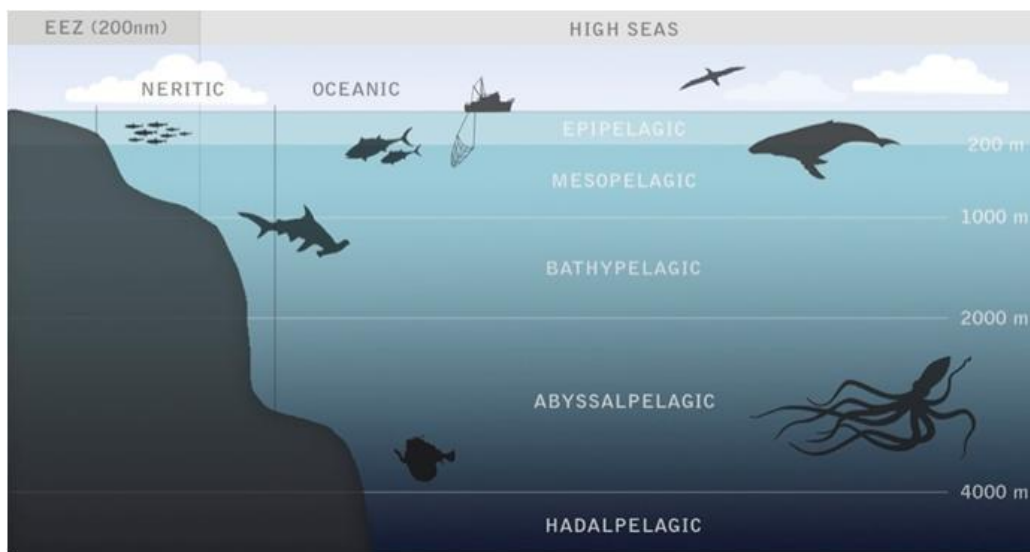


Figura IV.87. Diagrama que muestra a modo de ejemplo la zonificación de la fauna marina según la profundidad en la que se desplazan (Ejemplo tomado del Internet).

IV.5.2. Biota marina

Diversidad Bacterial

El estudio de este grupo no se evaluó debido a que se prevé que la actividad microbiana, no resulta relevante por las siguientes razones:

- Uno de los asesores del proyecto, el Dr. Richard C. Newell, tiene una vasta experiencia en el campo de la actividad microbiana en ecosistemas marinos, pudiéndose afirmar que es una autoridad mundial en este campo, lo que se evidencia tan sólo revisando la bibliografía adjunta. Él y su equipo de investigación desarrollaron avanzadas técnicas de muestreo durante los años 70 y 80 para el estudio de la actividad microbiana en la biomasa de los ecosistemas marinos, y la evaluación del rol de la actividad microbiana en la descomposición de los detritos naturales en aguas costeras. Esta línea de investigación (cuyas referencias bibliográficas están en el capítulo VIII) fue de gran impacto en la comunidad científica, pues permitió establecer las bases para evaluar el papel microbiano en el ciclo de re mineralización; además, esta investigación se convirtió en el fundamento para líneas de investigación posteriores en este campo.
- La conclusión a la que han llegado, es que el impacto de las actividades de dragado en los organismos microbianos en las áreas de dragado, y las adyacentes, es mínimo; teniendo en cuenta que los test de elutriador muestran que las arenas minerales fosfáticas han estado en contacto con el agua marina durante millones de años, por lo tanto han permanecido inertes; y además el hecho que las disoluciones dentro de la pluma de todo el sedimento en dispersión son muy grandes y por tanto no permiten una gran concentración de sedimentos.
- Las bacterias marinas se multiplican por dos en unas pocas horas, lo que significa que incluso habiendo un impacto de la pequeña pluma de dispersión sobre las bacterias, su radio de recolonización es muy alto. Por otra parte, no se encontró fundamento científico para el caso hipotético de que cualquier impacto transitorio en los microbios marinos conlleve a un impacto en las funciones ecológicas del SAR en su conjunto. Aunado a lo anterior, considerando el pequeño tamaño del volumen de la pluma, comparado con el inmenso tamaño del SAR y la gran capacidad de regeneración microbiana de los organismos en el agua marina, el impacto causado, en su caso, resultaría insignificante.

IV.5.2.1. Plancton

En el ecosistema marino, el plancton se define como el conjunto de organismos, ya sea animales o vegetales, que habitan en la columna de agua y que poseen una capacidad limitada para desplazarse, por lo cual sus movimientos dependen de las corrientes marinas. Dado que la zona desde la superficie del mar hasta la capa cercana al fondo marino se conoce como el hábitat pelágico, entonces el plancton corresponde a todos los organismos pelágicos que se encuentran a merced de las corrientes marinas.

El plancton se divide primordialmente en fitoplancton (plantas) y zooplancton (animales). El fitoplancton se refiere a las principales plantas de los océanos, que a diferencia de lo que ocurre en el ecosistema terrestre, son de tipo microscópico. El zooplancton está compuesto por animales que se alimentan del fitoplancton, aunque existen no sólo herbívoros, sino también omnívoros y carnívoros. Por esta razón, la trama alimentaria en el plancton es muy compleja y la energía solar captada por el fitoplancton puede fluir mediante numerosas vías.

IV.5.2.1.1. Fitoplancton

La biomasa y producción del fitoplancton son la base principal de las redes tróficas que se desarrollan en el ecosistema pelágico del océano. En los sistemas acuáticos, la biomasa del fitoplancton es una propiedad ecológica clave, ya que cuantifica al componente del ecosistema pelágico que es primordialmente responsable de la transformación del dióxido de carbono en carbono orgánico.

En el mundo se registran cuatro zonas principales de bordes orientales donde se presentan surgencias a lo largo de casi todo el año, de las cuales se expuso en la parte abiótica de este capítulo. Éstas comprenden el 0.1% del área de los océanos, pero su eficiencia en la productividad es el doble que la del 90% del área oceánica y una

cuarta parte más eficiente que las zonas costeras que comprenden el 9.9% (González Chávez y Arenas Fuentes, 2011).

Lo anterior, de igual forma se ve reflejado dentro del SAR; su relevancia radica en que es un ecosistema de interés económico y científico, con gran importancia para el sostenimiento de recursos naturales y pesqueros de la región. Se considera un Centro de Actividad Biológica (BAC por sus siglas en inglés) con elevada productividad biológica y altas tasas de producción de biomasa, comparada con la productividad de las masas de agua circunvecinas, que influye en los ecosistemas adyacentes, lo cual propicia regiones marinas ricas en recursos naturales y pesqueros (Arreguín-Sánchez, 2000). Dentro de la región se encuentran ecosistemas costeros, tales como estuarios, marismas, bahías poco profundas, manglares y humedales, que influyen en la producción marina (Danemann & De la Curz Agüero, 1993).

Se ha reconocido que la topografía de los fondos marinos es un aspecto determinante para la existencia de estos ecosistemas. Sin embargo, están sujetas a una gran variabilidad relacionada con los cambios en el océano y la atmósfera, cuya cronología va desde variaciones diurnas, estacionales, interanuales, decadales, y períodos de mayor amplitud.

Dentro de las principales fuentes de variabilidad relacionadas con la productividad biológica, se destacan las corrientes oceánicas y vientos que promueve la presencia de surgencias; esto es, el desplazamiento a la superficie de masas de agua de profundidad, con altas concentraciones de nutrientes, que propician un incremento en la productividad primaria que favorece el aumento en la biomasa zooplanctónica y a su vez, repercute en los siguientes niveles de la trama alimenticia del ecosistema.

IV.4.4 Relación fitoplancton variables de contaminantes del medio marino

De acuerdo con el diagrama Olmstead-Tukey (Figura IV. 8888), 44% de las especies de fitoplancton registradas fueron categorizadas como dominantes al presentar una abundancia mayor a 160 células L⁻¹ y estar presentes en más de una estación de muestreo; la mayoría (45%) fueron raras debido a que se presentaron únicamente en una sola estación y sus abundancias fueron menores a la media total, apenas 4.9% se registraron en la categoría de ocasional y 6.8% como constantes.

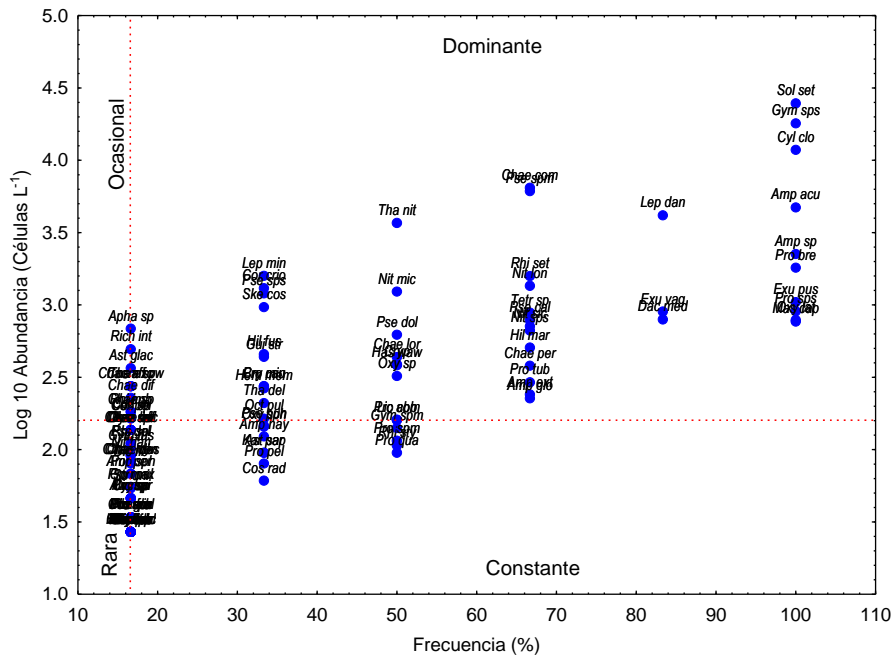


Figura IV. 88. Diagrama Olmstead-Tukey sobre los grupos del fitoplancton registrados en el Golfo de Ulloa durante noviembre de 2013.

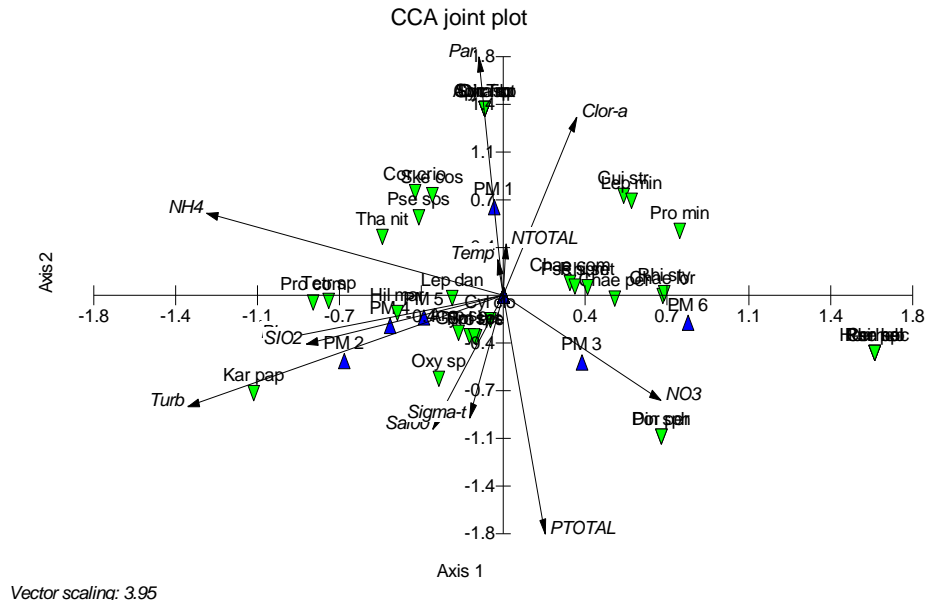


Figura IV.89. Análisis de correspondencia canónica de las especies formadoras de FAN y tóxicas variables ambientales del área de muestreo. La longitud y dirección de las líneas indican la importancia relativa de las variables ambientales.

De acuerdo con el análisis de correspondencia canónica (ACC), la relación entre la composición del fitoplancton (especies FAN¹¹ y tóxicas) se explicó en un 60% en los dos primeros ejes (Figura IV.89). Las variables físico-químicas más importantes en el primer eje fueron el amonio (NH₄), los silicatos (SiO₂) y la turbidez (Turb), mientras que en el segundo las variables asociadas fueron la salinidad (Sal), la luz (PAR), la clorofila *a* (como fluorescencia), los nitratos (NO₃) y el fósforo total (PTOTAL).

Las especies relacionadas con el primer eje fueron las diatomeas *Cerataulina pelágica* (*Cer pel*), *Hemiaulus hauckii* (*Hem hac*), *Pseudo-Nitzschia sp. (large)* (*Pse spl*), *Rhizosolenia hebetata* (*Rhi heb*), *Prorocentrum mínimum* (*Pro min*), *Rhizosolenia styliformis* (*Rhi sty*), *Chaetoceros lorenzianus* (*Chae lor*), y en sentido negativo *Tetraselmis sp. (Tetr sp)*, *Prorocentrum compressum* (*Pro com*) y *Karenia cf. papilionácea* (*Kar pap*). En el segundo eje las especies más

¹¹ FAN.- floraciones algales nocivas.

relevantes fueron *Aphanothece sp. (Apha sp)*, *Cyclotella sp. (Cyc sp)*, *Gymnodinium rotundatum (Gym rot)*, *Scripsiella trochiodea (Scr Tro)*, *Dictyocha fibula (Dic fib)*, *Corethron criophilum (Cor crio)*, *Skeletonema costatum (Ske cos)*, *Guinardia (Gui str)* y *Leptocylindrus minimum (Lep min)*.

Potencial FAN y tóxico

Del total de especies registradas en la zona durante el periodo de estudio, 57 especies presentan la capacidad de formar proliferaciones de algas nocivas (FAN), 18 son potencialmente tóxicas y 17 son potencialmente nocivas. Las cianobacterias de los géneros *Aphanothece*, *Jaaginema*, *Pseudanabaena*, son potencialmente tóxicas, ya que, dependiendo de las condiciones físico-químicas del sistema (principalmente en ambientes eutróficos), pueden producir microcistina o análogos de microcistina, una sustancia hepatotóxica (Heydari *et al.*, 2008; Hudnell, 2008; Olvera-Ramírez *et al.*, 2010) que puede ocasionar problemas de intoxicación aguda y crónica en peces, mamíferos, y en humanos incluso la muerte (Prieto *et al.*, 2008); sin embargo, las concentraciones de nutrientes registradas en la zona de estudio, así como su liberación desde los sedimentos, no indican que este grupo potencialmente pudiera proliferar.

Dentro del grupo de las diatomeas identificadas en el SAR, 29 especies han sido reportadas como formadoras de proliferaciones de FAN; éstas pertenecen a los géneros *Asterionellopsis*, *Cerataulina*, *Chaetoceros*, *Cyclotella*, *Cylindrotheca*, *Leptocylindrus*, *Pseudo-Nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Skeletonema* y *Thalassionema* (Taylor *et al.*, 1985; Hansen *et al.*, 2001; Horner, 2002; Aké-Castillo y Vázquez, 2008; Haigh, 2010; Konno *et al.*, 2010; Kraberg *et al.*, 2010; Toyoda *et al.*, 2012). Las especies formadoras de proliferaciones de algas dentro del grupo de las diatomeas suelen presentar un patrón estacionario de proliferación presentando las mayores abundancias durante la estación primaveral (Silva *et al.*, 2009).

De las especies de diatomeas identificadas como nocivas para el SAR *Cerataulina pelágica*, *Chaetoceros spp*, *Corethron criophilum* y *Leptocylindrus minimus* han sido descritas como organismos capaces de causar daño mecánico de branquias (Taylor *et al.*, 1985; Clement y

Lembeye 1993; Whyte *et al.*, 1997; Haigh, 2010; Kraberg *et al.*, 2010), provocando la muerte de crustáceos y peces de importancia económica como el atún (Clément, 1994).

En cuanto a las especies tóxicas, en el SAR se registró la presencia de *Amphora coffeaeformis* y *Pseudo-Nitzschia spp.* (Tabla IV. 12). Estos organismos presentan potencialidad en la producción de metabolitos tóxicos como el ácido domoico, una neurotoxina que en México ha sido reportada como causante de muerte de peces, aves y mamíferos marinos (Ochoa *et al.*, 1996; Sierra-Beltrán *et al.*, 2005; Gárate-Lizárraga *et al.*, 2007; García-Mendoza *et al.*, 2009).

En el SAR se identificaron 19 especies de dinoflagelados que potencialmente podrían formar proliferaciones de algas (Tabla IV. 12), pertenecientes a los géneros *Amphidinium*, *Ceratium*, *Dinophysis*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Karenia*, *Mesoporos*, *Oxytoxum*, *Prorocentrum*, *Proto-peridinium* y *Scrippsiella*. De las especies identificadas como nocivas se registraron: *Ceratium fusus*, la cual es una especie que ha ocasionado daño mecánico y muerte de peces e invertebrados (Kraberg *et al.*, 2010; Montagnes 2006; Baek *et al.* 2007); *Gonyaulax polygramma* (Millán-Núñez, 1988; Koizumi *et al.*, 1996; Gárate-Lizárraga y Muñeton Gómez, 2005), una especie relacionada con eventos de anoxia e incremento de sulfatos y amoníaco; *Prorocentrum mínimum*, y *Scrippsiella trochoidea*, especies que se relacionan con efectos nocivos de cambio en la coloración del mar (Kraberg *et al.*, 2010; Gárate-Lizárraga *et al.*, 2009).

Las especies *Prorocentrum compressum* y *Prorocentrum gracile* han sido identificadas como especies nocivas (Van Guelpen *et al.*, 2005; Montagnes, 2006; Gárate Lizárraga, 2011), relacionadas con decaimiento de oxígeno en granjas atuneras en la Bahía de la Paz, México (Muciño-Márquez *et al.*, 2014).

Dentro de las especies de dinoflagelados tóxicos que se identificaron en el SAR se registró la presencia de *Amphidinium sp.* Las especies de este género de dinoflagelado desnudo bentónico presentan potencialidad ictiotóxica en México (Kraberg *et al.*, 2010); la especie de este género que ha sido observada formando proliferaciones es *Amphidinium carterae* en el Golfo de California sin presentar efectos tóxicos (Gárate-Lizárraga, 2012); el dinoflagelado tecado *Dinophysis fortii* ha sido relacionado con la producción de toxinas diarreicas, ocasionando intoxicación humana con valores de abundancia próximos a 200 cél L⁻¹ (Hoshial *et al.*, 2003; Smithsonian, 2012).

Del orden *Gymnodiniales* (Kraberg *et al.*, 2010) se han registrado al menos 20 especies agrupadas en 5 géneros que presentan diferentes tipos de toxinas (Hansen, 2015). Para el Pacífico mexicano, *Gymnodinium catenatum* ha registrado problemas de intoxicación en humanos, en algunos casos hasta la muerte, así como mortandad de camarones en sistemas de cultivo, esto debido a que producen neurotoxinas relacionadas con síndrome paralítico por consumo de mariscos (Alonso-Rodríguez y Páez-Osuna, 2003; Cabrera-Mancilla *et al.*, 2000; Gárate-Lizárraga *et al.*, 2006; Band-Schmidt *et al.*, 2010; Rodríguez-Palacio *et al.*, 2006; Hernández-Sandoval *et al.*, 2009). *Karenia cf. papilionácea*, registrada en el SAR (Tabla IV. 12), es una especie que ha mostrado potencial tóxico ya que produce brevetoxinas bajo condiciones de cultivo (Moestrup *et al.*, 2009).

Tabla IV. 12. Listado de especies fitoplanctónicas potencialmente formadoras de proliferaciones de algas nocivas (FAN) registradas en el Golfo de Ulloa.

Especies	Forma Proliferaciones			Cita
	FAN	Nociva	Toxica	
<i>Aphanothece</i> sp.	x		x	(Hudnell, 2008).
<i>Jaaginema</i> sp.	x		x	(Heydari et al., 2008)
<i>Pseudanabaena</i> sp.	x		x	(Olvera-Ramírez et al., 2010)
<i>Tetraselmis</i> sp.?	x	x		(Pizarro, 2012); (Jones y Rhodes, 1994).
<i>Amphora coffeaeformis</i>			x	(Sala et al., 1998)
<i>Cerataulina pelagica</i>	x	x		(Taylor et al., 1985)
<i>Chaetoceros compressus</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Chaetoceros concavicornis</i>	x	x		(Yang y Albright, 1994)
<i>Chaetoceros decipiens</i>	no	no	no	(Kraberg et al., 2010)
<i>Chaetoceros gracilis</i>	x	x		(Wang y Wu, 2009)
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	x			(Toyoda et al., 2012)
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	x			(Hansen et al., 2001)
<i>Corethron criophilum</i>		x		(Whyte et al. 1997); (Haigh 2010)
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	no	no	no	(Kraberg et al., 2010)
<i>Cyclotella</i> sp.	x			(Xu et al., 2009)
<i>Cylindrotheca closterium</i>	x	x		(Kraberg et al., 2010)
<i>Guinardia striata</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Hemiaulus hauckii</i>	x			(Carpenter et al., 1999)
<i>Leptocylindrus danicus</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Leptocylindrus minimus</i>	x	x		(Kraberg et al., 2010); (Clement and Lembeye 1991)
<i>Navicula</i> sp. (medium)	no	no	no	
<i>Navicula</i> sp. (small)	no	no	no	
<i>Pseudo-Nitzschia pungens</i> ?	x		x	(Howard et al. 2007); (Kraberg et al., 2010)
<i>Pseudo-Nitzschia</i> sp. (medium)	x		x	(Hasle and Syvertsen 1997); (Kraberg et al., 2010)
<i>Pseudo-Nitzschia</i> sp. (small)	x		x	(Hasle and Syvertsen 1997); (Kraberg et al., 2010)
<i>Proboscia alata</i>	no	no	no	(Kraberg et al., 2010)
<i>Rhizosolenia hebetata</i> fo. <i>semispina</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Rhizosolenia setigera</i>	x	x		(EOL 2011); (Haigh 2010)
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Skeletonema costatum</i>	x	x		(Howard et al., 1995); (Borkman y Smayda 2009)
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Eutreptia</i> sp.	x	x		(Feyzioğlu y Öşt 2006)
<i>Amphidinium</i> sp.	x		x	(Kraberg et al., 2010)
<i>Dinophysis fortii</i>	x		x	(Hoshial et al. 2003); (Smithsonian 2012)
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	x			(Carrias et al., 2001)
<i>Gymnodinium</i> sp. (small)	x		x	(Kraberg et al., 2010)
<i>Karenia papilionacea</i> ?	x		x	(Moestrup et al., 2009)
<i>Oxytoxum coronatum</i>	no	no	no	(Gómez et al., 2008)
<i>Oxytoxum laticeps</i> ?	no	no	no	(Gómez et al., 2008)
<i>Oxytoxum</i> sp.	x			(Koray 2000)
<i>Mesoporus perforatus</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Pronoctiluca spinifera</i>	no	no	no	(Gómez2013)
<i>Prorocentrum aporum</i>	x			(Turkoglu y Tufan, 2004)
<i>Tryblionella compressa</i>	x		x	(Van Guelpen et al., 2005)
<i>Prorocentrum dentatum</i>	x			(Wang y Xiuqing, 2003)
<i>Prorocentrum micans</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Prorocentrum minimum</i>	x	x		(Kraberg et al., 2010)
<i>Prorocentrum</i> sp.	x	x	x	(Kraberg et al., 2010)
<i>Prorocentrum scutellum</i>	x			(Bodeanu, 2002)
<i>Protoperidinium brevipes</i>	no	no	no	(Kraberg et al., 2010)
<i>Protoperidinium bipes</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	x			(Kraberg et al., 2010)
<i>Scrippsiella trochoidea</i> ?	x	x		(Gárate-Lizárraga et al. 2009); (Kraberg et al., 2010)
<i>Dictyocha fibula</i>	x	x		(Guo et al., 2010); (Vila and Maso 2005).

Dentro de los dinoflagelados registrados en esta zona, se encontraron algunas especies que presentan capacidad de formar quistes, como los dinoflagelados desnudos del género

Gymnodinium, de los dinoflagelados tecados del género *Gonyaulax*, *Protoberidinium minutum* y *Scripsiella trochoidea*, esto de acuerdo con los trabajos realizados por Matsuoka y Fukuyo (2003) y Zonneveld *et al.* (2013), quienes indican que dentro de los dinoflagelados de los géneros *Gymnodinium*, *Gonyaulax* y *Protoberidinium* existen morfotipos de quistes acerca de los cuales no han sido identificadas las formas planctónicas a los que pertenecen y que forman *camas* de semillas en los sistemas costeros que pueden aportar el inoculo de organismos formadores de proliferaciones de algas.

IV.5.2.1.2. Productividad primaria

De conformidad con la literatura, para el SAR se reporta que la productividad primaria muestra diferencias significativas entre los valores observados en invierno-primavera con respecto a los observados en verano – otoño, como consecuencia del efecto de las surgencias (Martínez-López & Verdugo-Díaz, 2000). Sobresale el hecho de que las concentraciones de clorofila en invierno-primavera son cinco veces más altas que en la temporada cálida. El área de alta concentración durante los meses de calma se encuentra dentro de los 20 km a partir de la costa, mientras que durante los meses de surgencia rebasa los 80 km a partir de la costa (Lluch-Belda, 2000). En el SAR, los valores altos de concentración pigmentaria se presentan sólo durante tres meses indicando la intensidad y duración de las surgencias. De la misma manera, la distribución de la abundancia del zooplancton coincide espacialmente con las áreas de alta concentración de pigmentos, indicando un acoplamiento trófico entre los primeros consumidores y los productores primarios. En lo que respecta a huevos y larvas de peces, el SAR muestra un potencial de retención que se restringe sólo a los meses de mayor productividad con un desplazamiento hacia el norte (Lluch-Belda, 2000).

Gaxiola-Castro y colaboradores presentan la variabilidad estacional de la clorofila-a y la producción del fitoplancton, lo que les permite concluir que la clorofila-a fue mayor durante primavera y verano durante 10 años de estudio; asimismo, dichos resultados

les permitieron regionalizar el área de estudio en términos de la concentración de clorofila-a en tres regiones; una eutrófica cercana a la costa ($>1.0 \text{ mg m}^{-3}$), otra mesotrófica ($1.0 \text{ mg m}^{-3} \leq \text{clorofila-a} \leq 0.25 \text{ mg m}^{-3}$), y una tercera oligotrófica ($<0.25 \text{ mg m}^{-3}$). Adicionalmente, estudiaron la respuesta del fitoplancton a eventos de escala interanual como El Niño y La Niña. La producción primaria tuvo un comportamiento estacional diferente a la clorofila-a, con gran variabilidad y valores mayores ($\sim 200 \text{ mgC m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) durante La Niña 1999–2000, y valores intermedios a bajos ($<50 \text{ mgC m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) durante La Niña 2002. Contrariamente a la biomasa del fitoplancton, en otoño e invierno se verificaron las mayores tasas de producción primaria (G. Gaxiola y R. Durazo y editores, 2010).

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

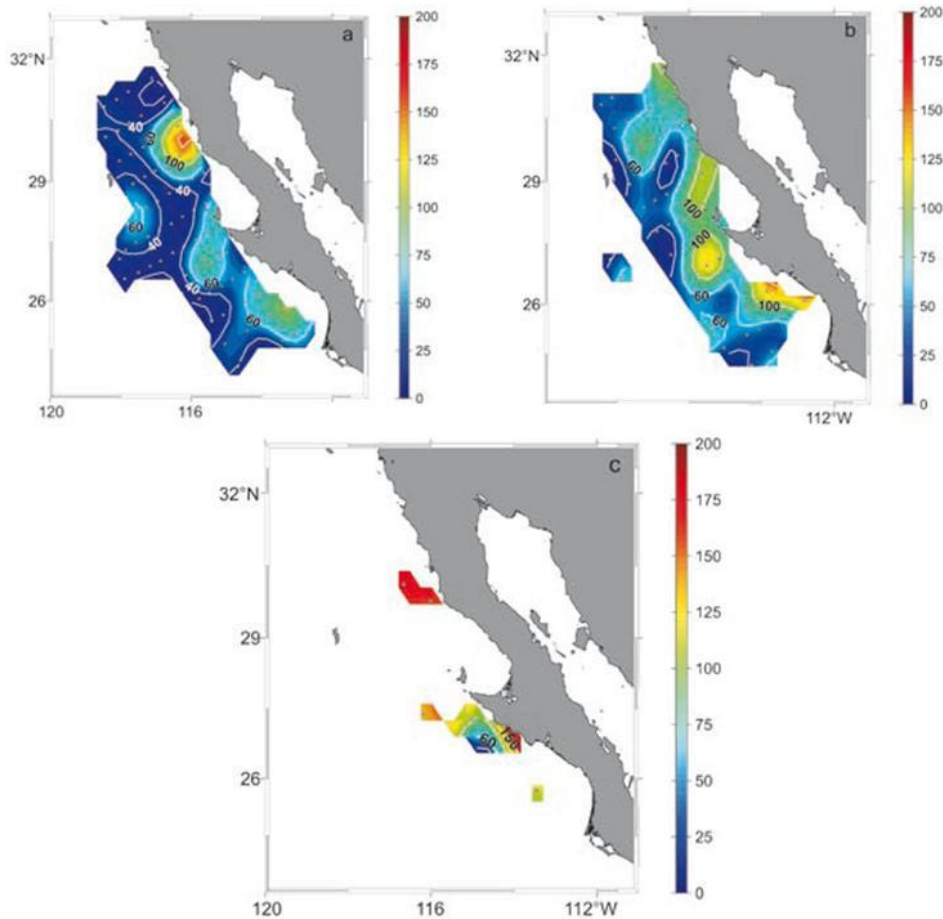


Figura IV. 540. Distribución espacial de la producción primaria *in situ*; muestra la zona eufótica dividida en relación a la concentración superficial de clorofila-*a*. a. Región oligotrófica (clorofila-*a* < 0.25 mg m⁻³). b. Región mesotrófica (clorofila-*a* ≥ 0.25 mg m⁻³ a ≤ 1.0 mg m⁻³) y c. Región eutrófica (clorofila-*a* > 1.0 mg m⁻³). FUENTE: Gaxiola Castro, et., al. Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007. México: INE SEMARNAT, CICESE, UABC.

Como ya se mencionó el fitoplancton contribuye a la producción primaria, por lo que es importante resaltar que E. Millán Núñez realizó muestreos en la región de Baja California, principalmente en dos épocas del año, a 10 m de profundidad, identificando un total de 48 géneros entre los grupos de diatomeas y dinoflagelados, así como 38 especies de diatomeas en el sitio ubicado en Punta Abreojos; asimismo, se observó en los años 2001 y 2007, bajo condiciones de La Niña, que las diatomeas más sobresalientes fueron *Chaetoceros curvisetus* (Cleve), *Ch. didymus* (Ehrenberg) y *Corethron hystrix* (Hensen).

Ficoflora

Cabe mencionar que la producción primaria no es exclusiva del fitoplancton, sino también de las macroalgas de las cuales son abundantes los sargazos gigantes (*Macrocystis porifera*) en la zona próxima a la costa en la parte norte del SAR.

IV.5.2.1.3. Zooplancton

Los índices de abundancia relativa de macrozooplancton y de larvas de peces dan luz sobre la función ecosistémica de estas zonas. En el SAR, las altas abundancias de macrozooplancton se ubican dentro de las áreas de alta concentración de fitoplancton. Ello permite suponer que existe una transferencia inmediata de alimento entre los distintos niveles de la trama alimenticia.

Lavaniegos-Espejo y colaboradores caracterizaron la variabilidad estacional e interanual del zooplancton, y muestran evidencias de una clara asociación entre la variabilidad estacional de los taxones con la actividad de surgencias en la región norte del SAR, y con la circulación en la región central. Este estudio documenta, además, los cambios faunísticos asociados con eventos de escala interanual (G. Gaxiola y R. Durazo y editores, 2010).

Los datos mensuales de biomasa de zooplancton (1951–1960), indicaron que la temporada de alta producción ocurre entre mayo y agosto en la región norte, y de junio a octubre en la región central, mientras que la temporada de baja producción es entre enero y marzo en ambas regiones.

Otro evento interanual sobresaliente del período 1997–2007 fue la presencia de baja salinidad durante cuatro años consecutivos (2002–2006), la cual produjo una reducción del zooplancton seguida por una continua recuperación de sus abundancias y biomásas.

❖ **Eufáusidos**

Uno de los componentes del zooplancton con gran abundancia en el ecosistema marino es el grupo de los eufáusidos, los cuales son crustáceos pelágicos, los mismos que han despertado un gran interés en los últimos años por su alta abundancia. Forman concentraciones conocidas como enjambres, los cuales presentan un cierto grado de organización social semejante al de un cardumen. Los eufáusidos se localizan hasta profundidades de 1,600 m, realizando migraciones verticales diarias. Estos movimientos son estrategias con las cuales evaden los múltiples depredadores que los persiguen como las ballenas, peces, aves marinas, etc.

Los eufáusidos son el soporte de las pesquerías mundiales, originando grandes divisas en la economía de los países pesqueros (González Chávez y Arenas Fuentes, 2011).

Los eufáusidos están clasificados en la clase crustácea en el orden de los eucáridos; todos son marinos, habitando principalmente el ambiente pelágico. Son mejor conocidos como "krill".

El ecosistema del SAR es rico en productividad y biodiversidad, con la presencia de fauna de origen templado y subtropical. Las regiones del SAR y Bahía Magdalena son reconocidas por su biodiversidad alta, producto de la existencia de especies de aguas cálidas y templadas. Debido a la presencia de surgencias, se desarrollan grandes volúmenes de fitoplancton que sirve de base para la cadena alimentaria, en particular para la producción de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) (Ramírez Rodríguez *et al*, 2010).

La langostilla o cangrejo rojo pelágico, *Pleuroncodes planipes*, es un abundante crustáceo decápodo del sistema de surgencias de la costa del Pacífico de Baja California. Se alimenta tanto en el hábitat pelágico (de plancton), como en el bentónico donde consume principalmente detritus. Estudios previos de contenidos estomacales mostraron una variación con la latitud y la profundidad, sugiriendo áreas de distinta productividad. La langostilla se caracteriza por presentar una estratificación ontogénica; es decir, los individuos de mayor tamaño habitan en estratos más

profundos, y los juveniles en los superficiales, relacionándose respectivamente con las poblaciones bentónicas y pelágicas que habitan en la misma zona.

De conformidad con un estudio realizado por Guzmán Vizcarra en 1995, se encontró que la variabilidad en la distribución de langostilla está asociada a su época de reproducción, con las surgencias y con la temperatura del agua y sedimento, ya que una fluctuación térmica entre los 12 a 15°C (de temperatura de sedimento) se refleja en la biomasa total y en la distribución de langostilla en cada período. Durante el otoño e invierno, los mayores rendimientos se registraron frente a la Bahía de Ulloa (216 959 t en 1987, 69 885 t en 1988 durante el otoño; 193 606 en 1988-89, 223 453 t en 1989-90 en invierno).

Siendo la langostilla base de la cadena alimenticia, se llevaron a cabo estudios de resiliencia y toxicología (cuyos resultados son útiles para realizar extrapolaciones) con especies seleccionadas y sus larvas (con mayor susceptibilidad ante los cambios) de acuerdo a las recomendaciones de la EPA, lo cual se expone en el capítulo V, y con mayor detalle en los Anexos 2 y 8.

IV.5.2.2. Bentos

En recursos bentónicos, la región presenta alta diversidad de moluscos bivalvos (almejas) y gasterópodos (abulones y caracoles). Entre los crustáceos destaca la abundancia de langosta roja, camarón y jaibas. También se conoce el potencial del cangrejo mexicano para el desarrollo de la pesca comercial. La fauna bentónica para fines de esta MIA-R se divide en epifauna e infauna.

IV.5.2.2.1. Epifauna

Dentro de la epifauna se encuentra los animales acuáticos que viven sobre la superficie de los sedimentos o suelos. Ejemplos de epifauna son las anémonas, los erizos y las estrellas de mar.

En el SAR se pueden identificar ocho grupos de invertebrados bentónicos: Echinodermata, Palinuridae, Galatheidae, Penaeidae, Haliotidae, otros crustáceos, invertebrados suprabentónicos (*Amphipoda*, *Cumacea*, *Decapoda*, *Mysidacea*). Dentro de ellos destacan la langostilla bentónica (*Pleuroncodes planipes*) y la langosta roja (*Panulirus interruptus*), el lenguado largo (*Paralichthys californicus*), la almeja generosa, el pulpo, abulón azul (*Haliotis fulgens*), camarón café (*Penaeus californiensis*), langosta roja, almeja catarina (*Argopecten circularis*) y algunos Pennatulaceos.

En cuanto al hábitat y distribución de la almeja generosa, y el langostillo, la bibliografía reporta lo siguiente:

Distribución

La **almeja generosa (*Panopea generosa*)** pertenece a la familia Hiatellidae, es nativa de la costa oeste de América del Norte y especialmente abundantes en el noroeste del Pacífico (Canadá y Estados Unidos), es una especie muy grande, comestible, de agua salada.

Se sabe que esta especie es exótica para México, sin embargo se encuentra distribuida en el Pacífico norte mexicano así como en el Golfo de California. Mediante ingeniería genética se ha hecho una nueva especie *Panopea globosa*, la cual alcanza tallas mayores en menor tiempo, la cual se ha introducido al golfo de California.

La almeja generosa se distribuye desde Alaska hasta Baja California, México, en ambos litorales y de las Aleutianas a Japón y el sur de Corea. En México, recientemente se localizó también en Baja California Sur y Sonora.

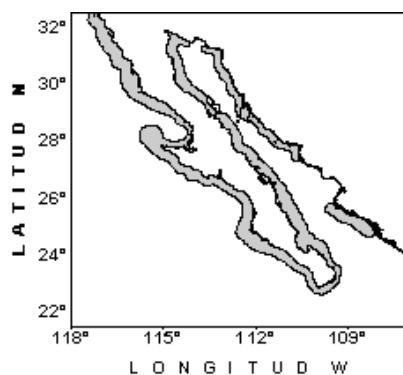


Figura IV. 551. **Distribución geográfica de la almeja generosa en México**

Hábitat

Por lo general, vive en la zona submareal, desde la línea de marea o hasta profundidades de 110 m (360 pies), y se entierra, tan profundamente como sus sifones lo permiten, en sustratos como el barro, arena o limo; Puget Sound.

Depredadores

Son uno de los animales más longevos de cualquier tipo, viven hasta 168 años (Bureau et al, 2002;.. Orensanz et al, 2003). Como adultos tienen muy pocos depredadores no humanos. La depredación es alta al inicio de su etapa bentónica (Goodwin y Shaul 1984) y decrece a gran velocidad después de un año de edad (Sloan y Robinson 1984). Entre sus depredadores están algunas estrellas de mar, caracoles, cangrejos, jaibas, lobos marinos y algunos peces.

Considerando el área de distribución de la especie, ésta se puede encontrar en el SAR, pero la literatura no reporta algún estudio específico realizado en ésta área, pero si se encontró información específica para la Bahía Magdalena, colindante con la Bahía de Ulloa.

La información que se tiene es sobre una evaluación realizada en 2004, iniciándose la pesca comercial en enero de 2005, debido a que la especie ya había sido incorporada a la Carta Nacional Pesquera. Ese mismo año se realizó la prospección del resto de Bahía Magdalena, a una profundidad de entre 6 y 15 brazas cubriendo aproximadamente 60% de la superficie de dicha bahía, área a la que se llamó polígono I. En 2008 se presentó ante la CONAPESCA un proyecto de pesca de fomento que permitió ubicar y evaluar el ahora denominado polígono

II. Éstos son los únicos dos bancos de almeja identificados hasta el momento en Baja California Sur, del lado del Pacífico.

Recurso pesquero

En la década de 1970 una pesquería comercial de almejas generosas abrió un enorme mercado para las décadas siguientes, en Estados Unidos, existiendo además una importante demanda de los mercados asiáticos. Ahora estas almejas se cultivan, y cosechan en el medio silvestre.

Actualmente las almejas son muy apreciadas y su precio es elevado. En Estados Unidos se encuentra declarada bajo protección del Departamento de Washington de Pesca y Vida Silvestre para evitar la recolección ilegal (Vedder, 2011; Welch 2012).

El Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), por conducto del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Ensenada, realizó evaluaciones de almeja generosa e inició la pesca de fomento desde 2002 en el litoral oriental de Baja California, y a partir de 2005 en ambos litorales, para conocer y orientar sobre la pertinencia de otorgar permisos de captura comercial (DOF 2012).

Distribución

Pleuroncodes planipes vive en la plataforma continental al oeste de México, y es inusual entre los miembros de la Galatheidae, ya que vive en aguas poco profundas. Por lo general, sólo se encuentra al sur-oeste de San Diego, pero en años más cálidos, su rango puede extenderse hacia el norte en California. Esto es por lo general indicativo del fenómeno de El Niño. El límite sur de distribución de la especie se encuentra en Chile.

Hábitat

Especie pelágica que se mueve con respecto a las corrientes

Depredadores

Es un importante componente de la dieta de aves, mamíferos marinos y peces. El atún se alimenta de manera importante de esta especie, lo que le ha otorgado el nombre de "langostilla atún", otros pescados que se alimentan de *P. planipes* incluyen peces picudos, jurel, y tiburón, pero también es parte de la dieta de ballena gris, de Bryde, y azule, y de nutrias de mar.

Los murciélagos endémicos de México, *Myotis vivesi*, también se alimentan de *P. planipes* en algunas épocas del año. Frente a Baja California, se ha observado que los estómagos de algunas tortugas caguama sólo contienen *P. planipes*.

P. planipes puede ser extraído en grandes cantidades, puede ser una valiosa adición a las dietas de aves marinas tales como la gaviota argéntea (*Larus argentuatus*).

Considerando el área de distribución de la especie, ésta puede estar presente en la Bahía de Ulloa.

Recurso pesquero

El Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) ha venido estudiando la biología, ecología, y aprovechamiento de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) desde hace varios años, y los resultados demuestran que puede ser considerada como el decápodo bentónico más abundante de México. Ehrarhdt y Ramírez (1982) estimaron una abundancia de 205,000 toneladas métricas de dicho recurso, pero más recientemente Auriolles-Gamboa et al (1995) reportan una abundancia aproximada de 735,929 t.m./año para las costas de la península de Baja California y, sin embargo, hasta el momento no ha sido explotada comercialmente en México. Auriolles-Gamboa et al (1995) plantean que 40,000 toneladas de langostilla bento-pelágica podrían capturarse durante la fase inicial de la pesquería con el fin de no abatir el recurso, generando una pesquería sustentable que permita la obtención de biomasa susceptible de aprovechamiento a nivel industrial.

IV.5.2.2.2. Infauna

La infauna es el conjunto de organismos que viven entre las partículas del sedimento en el medio acuático. Excavan y se desplazan en el interior del sustrato (lodo, arena) o construyen túneles, tubos o madrigueras. Junto con la epifauna, son parte de la comunidad bentónica.

La infauna bentónica en el área del proyecto y en cualquier lugar del SAR está dominada por especies “oportunistas” (seleccionadas r) típicas, incluyendo a los gusanos nematodos y gusanos poliquetos pequeños.

IV.5.2.3. Necton

IV.5.2.3.1. Ictiofauna

La costa occidental de Baja California tiene una alta diversidad de peces que se refleja en más de 400 especies (Fischer *et al.* 1995, Moser 1996), pertenecientes a las provincias San Dieguina y Panámica (Allen & Smith, 1988).

En la zona costera aledaña al SAR que comprende desde Punta Abreojos hasta Bahía Magdalena, se registraron 72 especies de peces cartilagosos y 372 de peces óseos; su estacionalidad depende de sus necesidades ecológicas y los cambios ambientales (e.g. temperatura y productividad). Se detectaron 23 especies de tiburones, 7 de rayas y 6 de peces óseos con algún grado de amenaza; la mayoría de las especies de tiburón son de hábitos oceánicos y no es común que se aproximen a la costa por lo que las actividades de dragado no deberían afectar su distribución y abundancia, mientras que los peces óseos que están en riesgo, habitan en zonas arrecifales por lo que la probabilidad de que sean afectados directamente por la obra debe ser mínima debido a que la extracción se realizará en áreas de sedimentos suaves. La riqueza de especies es elevada, comparada con la de otras áreas del Pacífico Mexicano, debido al dinamismo del sistema y la variedad de hábitats. En el SAR hay mayor cantidad de peces de afinidad subtropical que tropical, aunque hay variaciones interanuales asociadas con los cambios climáticos de escala sinóptica y global (e.g. El Niño). Por otro lado, la mayoría de los peces óseos fue de hábitos demersales (247 especies) y son especies de amplia distribución geográfica; cabe mencionar que a este grupo pertenecen las especies con mayor demanda comercial, que en orden de importancia corresponden a las familias Serranidae, Scianidae, Pleuronectidae y Carangidae.

- Elasmobranquios

Los tiburones, junto con las rayas, son llamados condriictios o peces cartilagosos. Estos peces tienen un esqueleto formado por cartílago, un tejido ligero y flexible a la vez. Los peces cartilagosos se diferencian también de los óseos por tener de 5 a 7 hendiduras branquiales, en lugar de sólo una.

Los Tiburones y Rayas presentes en el SAR, según la literatura, son:

- ❖ Tiburón azul/*Prionace glauca*
- ❖ Tiburón cazón/*Galeorhinus galeus*
- ❖ Tiburón angelito/*Squatina squatina*
- ❖ Tiburón martillo/cornuda *Sphyrna mokarran*
- ❖ Mantarraya/ *Manta birostris*



Figura IV. 56 Imágenes de tiburón martillo y tiburón azul.



Figura IV. 573 **Imágenes de tiburón cazón y Mantarraya.**

IV.5.2.3.2. Cefalópodos

- **Calamar gigante (*Dosidicus gigas*)**

El calamar gigante *Dosidicus gigas*, es una especie endémica del Pacífico Oriental que se distribuye desde California (aprox. 40°N) hasta el sur de Chile (45°S). En años recientes, se ha observado una expansión significativa en su distribución hacia el norte hasta el Golfo de Alaska. Como especie, es un componente trófico importante dentro de los ecosistemas donde habita, ya que los juveniles son una de las principales presas de tiburones y grandes peces pelágicos, mientras que los ejemplares adultos constituyen el principal alimento de los cachalotes. A la vez, el calamar gigante es un activo depredador que tiene gran impacto en los ecosistemas donde se alimenta de peces mictófidos, calamares y crustáceos, dependiendo de la región geográfica y la oferta alimenticia.

Los calamares gigantes muestran una tendencia a distribuirse en relación a grandes sistemas de corrientes oceánicas. Los ciclos de vida de varias especies de calamar están sincronizados con los movimientos de las masas de agua donde habitan, asociados con las zonas de surgencia, convergencia o frentes (G. Gaxiola y R. Durazo y editores, 2010).

CA Salinas-Zavala, et al, 2010, estudió el calamar gigante *Dosidicus gigas*, y observo su presencia durante el periodo 2004–2007, predominantemente en las zonas de Punta Baja con menor presencia al norte de Punta Eugenia. La mayor incidencia de calamar fue observada en verano y otoño, en las épocas más cálidas.

Los resultados del marcaje satelital de cuatro calamares adultos frente a Bahía Magdalena en junio de 2005 reflejaron un desplazamiento con dirección sur y un patrón de migraciones verticales diarias con una clara preferencia por aguas profundas, frías e hipóxicas durante el día, y aguas superficiales, más cálidas y oxigenadas durante la noche. En conclusión Salinas-Zavala indicó que *Dosidicus gigas* es considerado un depredador activo y voraz, lo cual sumado a su corto ciclo de vida y amplia plasticidad ecológica lo convierten en un organismo oportunista que se adapta rápidamente a los cambios en las condiciones ambientales (G. Gaxiola y R. Durazo y editores, 2010).

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

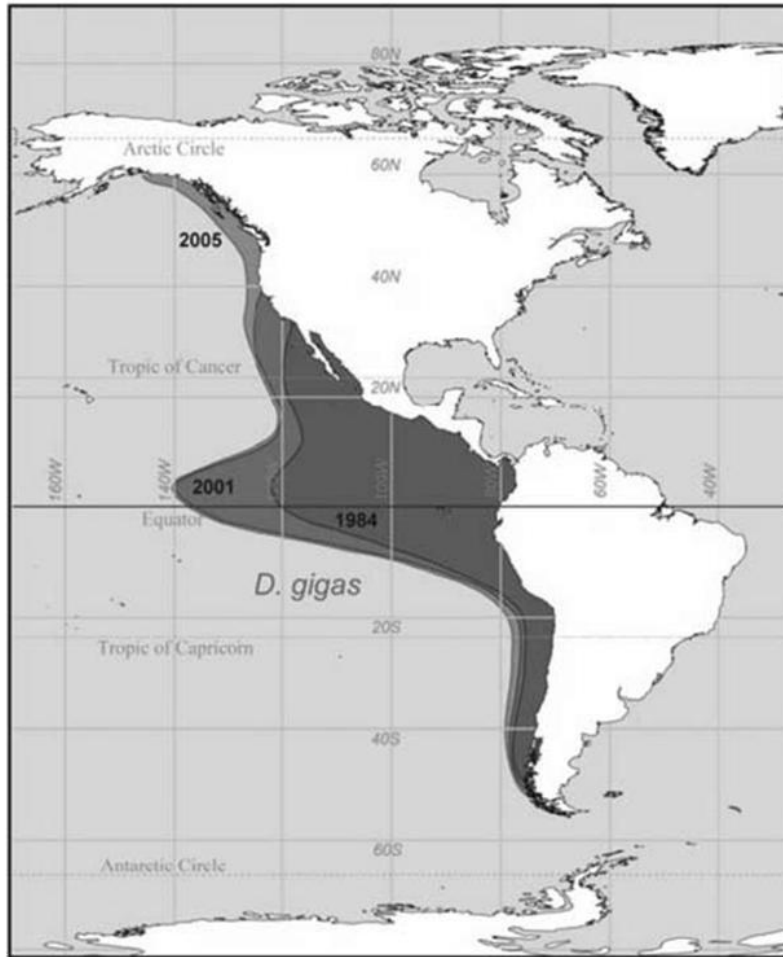


Figura IV. 584. Distribución espacial de *Dosidicus gigas*. Se observa una expansión progresiva en años recientes (Imagen toma de G. Gaxiola y R. Durazo y editores, 2010).

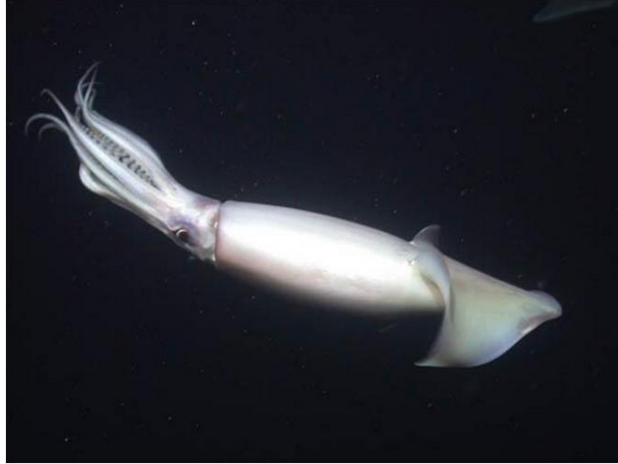


Figura IV. 595. *Dosidicus gigas*.

IV.5.2.3.4. Mamíferos marinos

Respecto a mamíferos marinos, de las 47 especies que se conocen en México, 35 se han reportado en la costa occidental de la península de Baja California. Se pueden observar ejemplares de ballena azul (*Balaenoptera musculus*), ballena de aleta, (*B. physalus*), rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*), cachalote (*Physeter macrocephalus*), delfín tornillo (*Stenella longirostris*), delfín de riso (*Grampus griseus*) delfín listado (*S. coeruleoalba*), orca (*Orcinus orca*), todas ellas en protección especial de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como lobo marino de California (*Zalophus californianus*), que se encuentra en peliugro de extinción. Otras especies que se reportan, y que también se encuentran en protección especial son: el delfín común de rostro corto (*Delphinus delphis*), el delfín de costados blancos del Pacífico (*Lagenorhynchus obliquidens*), la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y la ballena gris (*Eschrichtius robustus*).

Se llevó a cabo una caracterización de este grupo en el SAR, con el objeto de registrar las especies de mamíferos marinos (ballenas, delfines y lobos marinos) que puedan llegar a encontrarse en la zona delimitada.

A continuación, se hace una descripción de las características por especie de mamíferos identificados en la región del SAR, indicando su distribución y amenazas más importantes según la especie.

- **Ballenas**

Las ballenas se caracterizan por presentar grandes desplazamientos migratorios. Una de las características principales de esta conducta es la separación entre las áreas de alimentación y las reproductivas (Lockyer y Brown, 1981). El patrón es el mismo para la mayoría de los misticetos que llegan a encontrarse en la zona occidental de Baja California o el Golfo de California. En estas dos regiones de México, suele darse la conducta de reproducción y crianza, mientras que las áreas de alimentación se encuentran en latitudes más altas dentro del Pacífico Norte. Sin embargo, se llegan a observar eventos de alimentación en México, aunque en un nivel bajo si se compara con la alimentación en el Pacífico Norte. Se tienen algunos reportes en este sentido para la ballena jorobada, la ballena azul y la ballena gris (Gendron 2002, Gendron y Urbán 1993).

- 1) Ballena Azul**

La Ballena Azul pertenece al grupo de los cetáceos, al igual que los delfines y marsopas; suelen ser identificadas por el “soplo”, es decir, cuando después de una inmersión, emergen a la superficie y exhalan a presión el aire rico en dióxido de carbono (CO₂), producto de la respiración. Es una especie que se puede encontrar solitaria, o que vive en grupos de dos o tres individuos que pueden ser sólo madre y cría.

En México se distribuye en el Océano Pacífico Norte y en el Golfo de Baja California, en los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit. Vive en mar abierto, rara vez dentro del límite de la plataforma continental, en océanos subtropicales, templados y regiones polares. Tiende a habitar aguas oceánicas, pero

también se la puede observar cerca de la costa en algunos lugares donde ocurre para criar a sus ballenatos y seguir alimentándose.



Figura IV. 96. Imagen que muestra la distribución de la Ballena Azul en México.

En México, su estancia en Baja California coincide con las épocas de mayor surgencia de aguas frías ricas en nutrientes y por tanto, mayor producción planctónica. En aguas mexicanas, uno de sus alimentos principales es el crustáceo formador de kril *Nyctiphanes simplex*. Durante esta época, la Ballena Azul puede desplazarse hasta 400 km en siete días buscando zonas para alimentarse.

Hay zonas dentro de las costas del Océano Pacífico y el Golfo de Baja California que son zonas de crianza, de alimentación y probablemente de reproducción para la Ballena Azul, por lo que pueden considerarse como regiones prioritarias para su conservación.

La población mejor conocida es la del Pacífico nordeste, la cual se estima en alrededor de 2,500 individuos (Calambokidis *et al.*, 2010) de la cual 283 (CV = 48.4%) migran anualmente al Golfo de California (Gendron, 2002). Los escenarios generados con modelos estructurado y no estructurado sugieren que la población se ha recuperado un 75%-100% de la abundancia inicial estimada, con tendencia hacia la estabilidad (Ortega-Ortiz *et al.*, 2011).

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

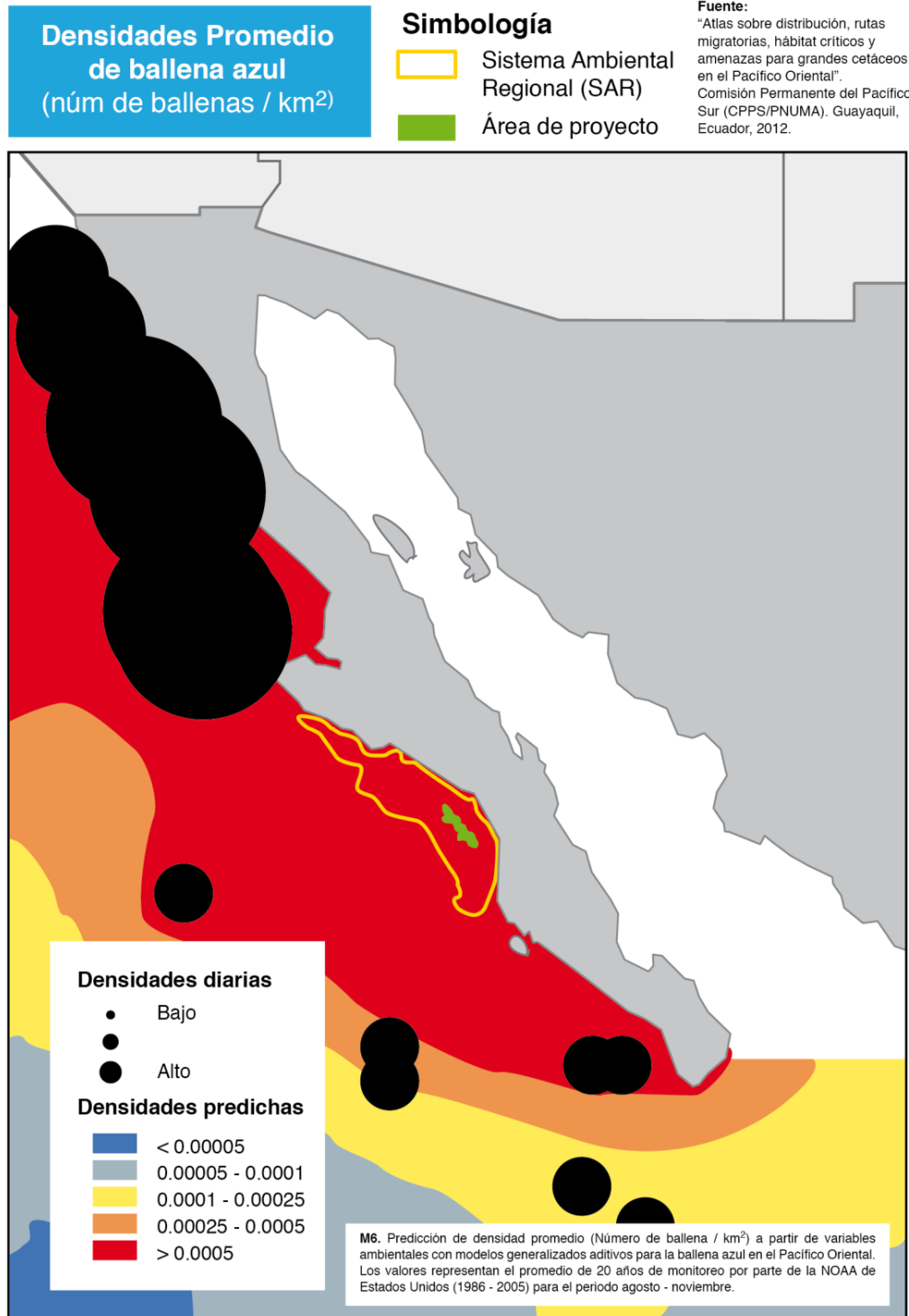


Figura IV. 97. Densidad promedio de la Ballena azul (núm. de ballenas/Km²); en la imagen se puede ubicar al SAR en relación con las zonas más densas. Asimismo, se establece a la zona del SAR como la zona con densidades predichas relativas a >0.0005.

En México, las poblaciones que están lejos de la costa de Baja California son poco alteradas por actividades humanas; pero las que entran al Golfo de Baja California son perturbadas por el tráfico de embarcaciones pesqueras y turísticas, especialmente en la Bahía de Loreto.

Otros factores que amenazan a la Ballena Azul son el enmallamiento en redes de deriva, la contaminación acústica submarina por embarcaciones, actividades petroleras y militares que utilizan explosivos a gran escala, sondeos sísmicos y especialmente el uso del sonar. En las ballenas, la contaminación acústica reduce el alcance de su sistema de comunicación en un 90%, y se cree que altera su comportamiento a tal grado que puede provocar varamientos. También las embarcaciones menores del turismo no regulado pueden provocar colisiones con individuos, causándoles heridas a veces mortales.

2) Ballena de Bryde

No se conoce mucho de la ecología de la especie. Generalmente se les encuentra en grupos pequeños, pero en zonas de alimentación se pueden encontrar agregaciones de 10 ó 20 individuos. A diferencia de otros rorcuales, la Ballena de Bryde no tiene una temporada de reproducción bien definida (Kato y Perrin, 2009).

En el hemisferio norte, las mayores densidades de la especie se encuentran al noroeste de México, incluyendo Baja California, Golfo de California y la zona costera hasta Centroamérica.

Derivado de lo anterior, se considera la ballena más comúnmente avistada en el Golfo de California, en donde se ha sugerido que existen dos poblaciones: una residente de la que se han observado crías en todos los meses, y otra asociada a la población del Pacífico oriental tropical.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura IV. 98. Imagen que muestra la distribución de la Ballena de Bryde en México.

Se estima que existen entre 20,000 y 30,000 ballenas en el Pacífico norte y otras 10,000 en el Pacífico tropical. No hay estimaciones para el Pacífico sudeste, pero probablemente la población se está recuperando a raíz de la suspensión de su caza en Perú a principios de los años 80.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

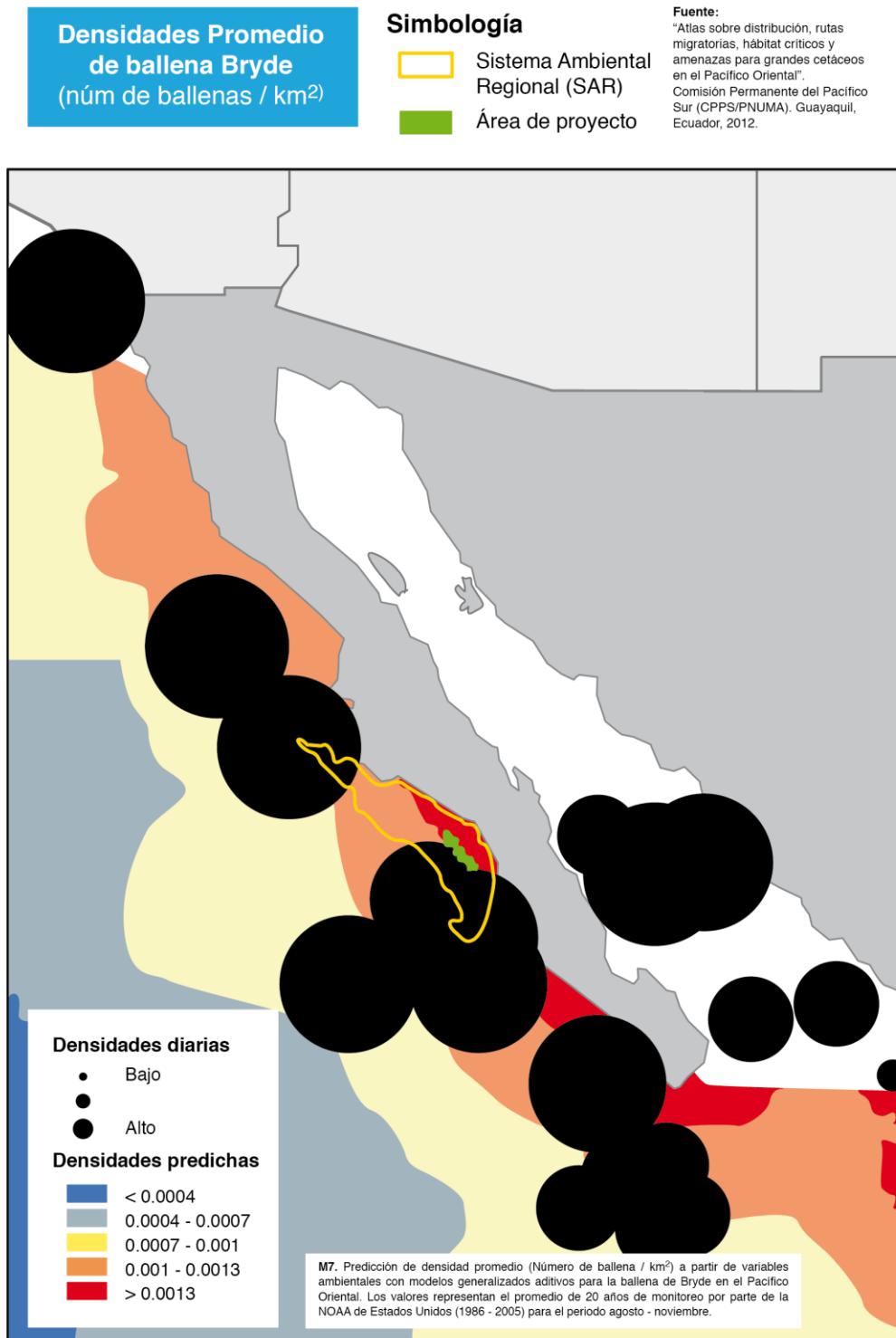


Figura IV.99. **Densidad promedio de la Ballena Bryde (núm. de ballenas/Km²). En la imagen se puede ubicar al SAR en relación con las zonas más densas. Asimismo, se establece a la zona del SAR como la zona con densidades predichas relativas a >0.0013.**

A nivel global, la especie no fue tan intensamente cazada como otras grandes ballenas. Sin embargo, formaba una importante proporción de la captura de ballenas que se cazaban en Perú desde principios del siglo XX. Según Rice (1974), esta especie fue capturada entre 1913 y 1935 por barcos noruegos a lo largo de la península de Baja California y hasta el sur fuera de aguas continentales de México.

Al final de la época ballenera en Perú (1985), la cantidad de Ballenas de Bryde daba síntomas de agotamiento y las capturas por unidad de esfuerzo habían disminuido a la mitad (Ramírez, 1989).

3) Ballena Jorobada

Generalmente se observa en pares o en grupos pequeños, pero grupos más grandes se forman temporalmente en la zona de reproducción cuando forman los llamados grupos competitivos (Baker y Herman, 1984). Agregaciones grandes de 20 ó más ballenas se observan también durante períodos de alimentación.

La especie tiene una distribución cosmopolita. Su hábitat es costero tanto en zonas continentales como en archipiélagos oceánicos. Tienen el típico comportamiento migratorio que se espera en las ballenas, con áreas bien definidas de alimentación ubicadas en altas latitudes y zonas de reproducción en el trópico, aunque con notables excepciones (Papastavrou y Van Waerebeek, 1998).

En el Pacífico oriental existen dos poblaciones bien definidas, la del Pacífico nordeste y la del Pacífico sudeste. La población del Pacífico nordeste está bastante estructurada y se observa una correspondencia entre las zonas de alimentación localizadas en latitudes más bajas en California y Oregón en EUA principalmente con las zonas de reproducción, ubicadas al noroeste de México y Centroamérica, hasta el sur de Costa Rica y norte de Panamá (May-Collado *et al.* 2005; Calambokidis *et al.*, 2008).

Debido a las marcadas migraciones de la especie, su distribución se rige estacionalmente. Durante el otoño e invierno habita aguas tropicales y subtropicales, ideales para el apareamiento y cuidado de los ballenatos. En primavera y verano (incluso parte del otoño), habita zonas templadas frías en altas latitudes donde encuentra su alimento. En México se le observa desde inicios de diciembre hasta finales de abril, con un máximo en febrero y marzo.



Figura IV. 600. Imagen que muestra la distribución de la Ballena Jorobada en México.

Las mayores densidades de Ballenas Jorobadas están asociadas a las zonas costeras principalmente en Baja California, y desde Centroamérica hasta Perú, y en las islas Galápagos.

Estimaciones recientes en el Pacífico norte muestran que existen alrededor de 18,000 animales con un incremento poblacional promedio anual de 4.9% (Calambokidis *et al.*, 2008). Esta cantidad incluye tanto a las ballenas que se reproducen en el Pacífico oriental, como aquellas que se reproducen en Hawai y en el Pacífico occidental. En 2006 se estimó que la población del Pacífico sudeste era de 6,504 ballenas (95% CI:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

4,270–9,907; CV = 0.21) (Félix *et al.*, 2011). La especie aún mantiene un estatus vulnerable de acuerdo a la UICN.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

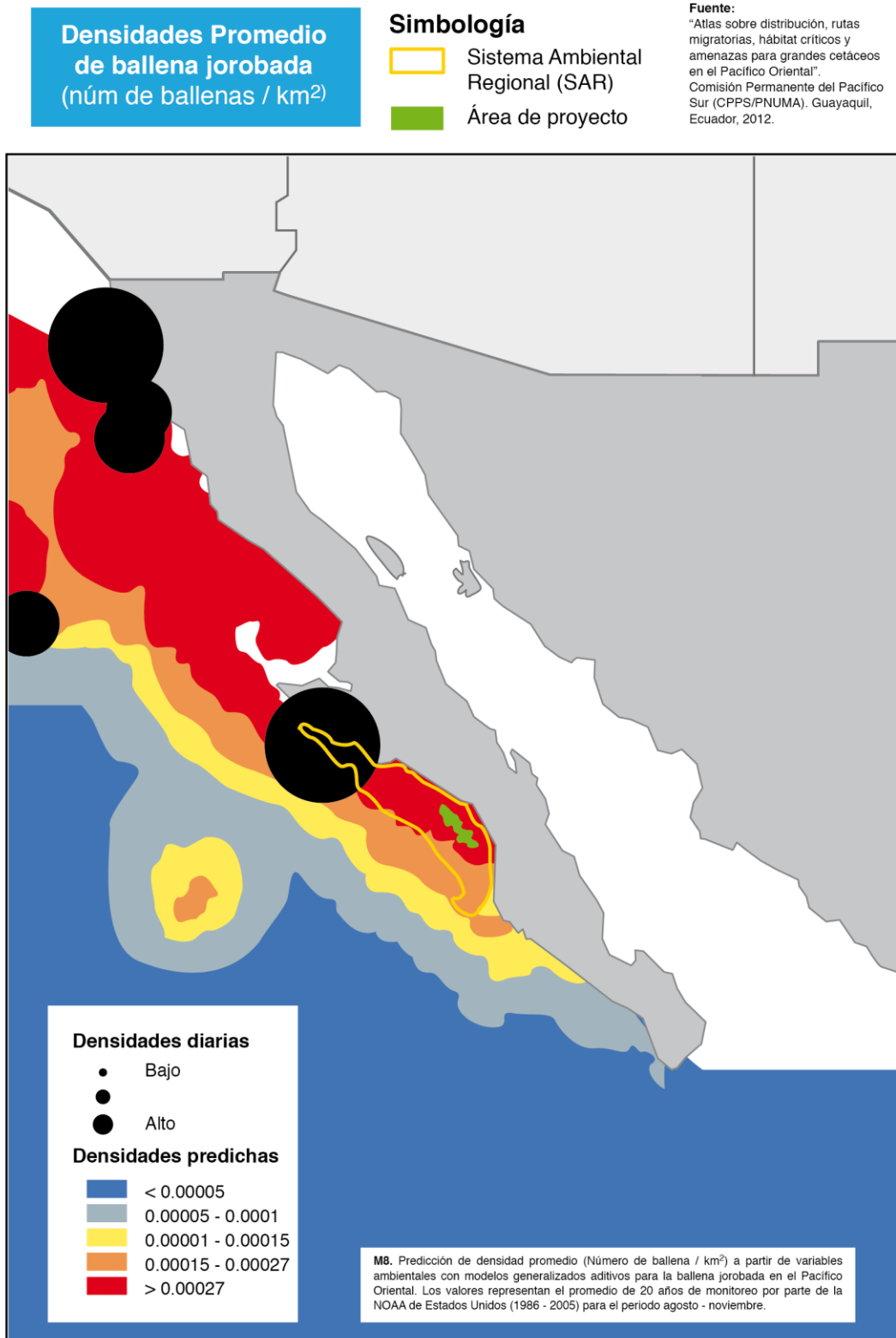


Figura IV. 611. **Densidad promedio de la Ballena Jorobada (núm. de ballenas/Km²).**

Las Ballenas Jorobadas fueron ampliamente explotadas en todos los océanos. Se estima que en el hemisferio sur se cazaron 200,000 animales durante el siglo XX, hasta que su caza fue prohibida en 1965. En el Pacífico sudeste se cazaron 2,281 animales hasta esa fecha en Chile y Perú (Clarke, 1980). Desde entonces, la mayoría de las poblaciones han experimentado una importante recuperación. La especie es una de las más afectadas por actividades humanas, probablemente porque su hábitat es más costero. En la región, se han registrado 70 casos de interacción con pesquerías y 13 casos de colisiones con barcos.

4) Cachalote

Los cachalotes son buceadores extremos, en particular los machos adultos, que aparentemente son capaces de llegar a más de 3,200 m de profundidad y permanecer más de una hora sumergidos, aunque lo usual es 400 m y permanecer 35-45 minutos sumergidos (Jefferson *et al.*, 2008).

Se alimentan principalmente de cefalópodos mesopelágicos. En el Pacífico sudeste, aparentemente su dieta se basa en una sola especie, el calamar gigante de Humboldt (*Dosidicus gigas*) (Clarke *et al.*, 1988).

De manera similar, en el Golfo de California, estudios basados en la distribución, isotopos estables y ecosonda, muestran que las hembras e inmaduros se alimentan principalmente de calamar gigante (Jaquet y Gendron, 2002; Ruiz-Cooley *et al.*, 2004; Gallo-Reynoso *et al.*, 2009), particularmente en áreas de alta abundancia de presa donde los cachalotes pueden formar mega-agregaciones de hasta cientos de animales (Jaquet y Gendron, 2009).

Su distribución es cosmopolita, incluyendo todos los océanos desde los trópicos hasta las regiones polares y mares encerrados, aunque sólo los machos llegan hasta los extremos norte y sur de distribución (Rice, 1989). Los cachalotes están ampliamente distribuidos a lo largo y ancho del Pacífico oriental, pero ocurren en mayor densidad en áreas de alta productividad como la zona de California, Golfo de California, Islas Galápagos, y a lo largo de la Corriente de Humboldt en el Pacífico sudeste.

En el Pacífico nordeste, el hábitat idóneo se extiende a lo largo de la costa oeste de Estados Unidos hasta Baja California y el Golfo de California por el sur, en el período junio-noviembre.

para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

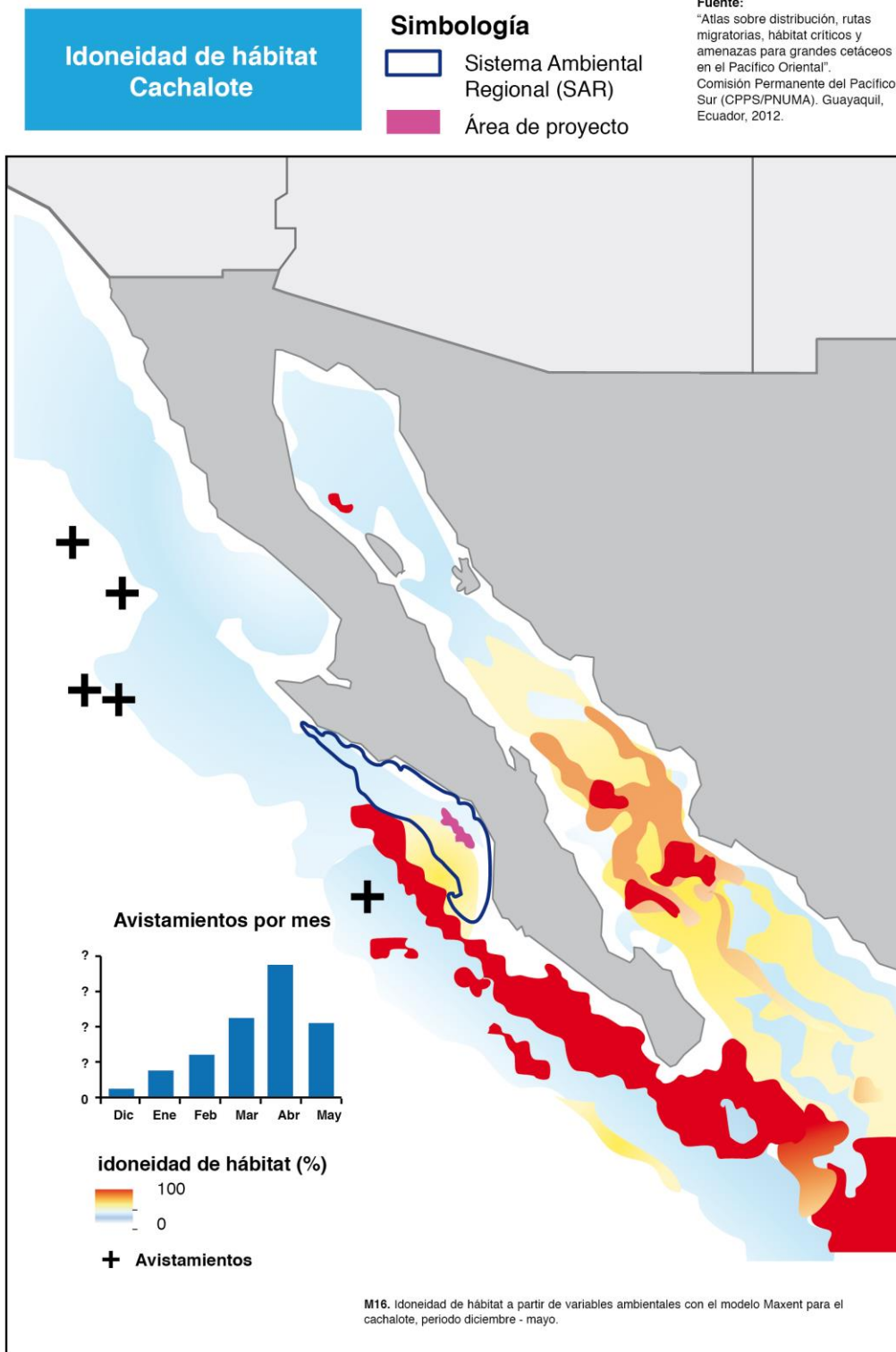


Figura IV. 622. **Idoneidad de hábitat del Cachalote. En la imagen se puede ubicar al SAR en relación con las zonas de avistamientos. Asimismo, se establece la idoneidad del hábitat.**

Estudios socioecológicos demuestran que la especie tiene una forma compleja de organización social (Whitehead *et al.*, 1992). Las hembras e inmaduros viven en unidades sociales que mantienen una relación estable por años o décadas, con hasta una docena de individuos de varias líneas matriarcales. Dos o más unidades forman grupos temporales, los cuales coordinan sus movimientos por períodos cortos.

Se estima que existen 80,000 animales en el Pacífico norte, incluyendo unos 26,000 en el Pacífico tropical oriental (Wade y Gerrodette, 1993).

Los cachalotes fueron el blanco principal de los balleneros yanquis desde mediados del siglo XVIII, principalmente por el espermaceti, un fino líquido aceitoso que tienen en un órgano especial que ocupa la mayor parte de la cabeza. Probablemente porque sus poblaciones fueron grandes, la especie no llegó a los niveles críticos de otras especies que se explotaron comercialmente, como las ballenas azules y francas. Su explotación continuó de manera aún más intensa durante el siglo XX, incluido el Pacífico sudeste donde se cazaron 104,980 cachalotes entre 1908 y 1975 (Clarke, 1980). A causa de esta explotación, la especie no se ha recuperado del todo en la región.

La explotación intensiva de calamares de Humboldt, la interacción con pesquerías y las condiciones ambientales extremas como el Fenómeno de El Niño, afectarían su distribución en el Pacífico sudeste (Ramírez y Urquiza, 1985; Clarke *et al.*, 1993, 2002; Félix *et al.*, 1997). Existen 19 casos fatales de interacción con pesquerías reportados en el Pacífico oriental y un caso de colisión.

5) Ballena Gris

La Ballena Gris sólo habita en el Pacífico norte, en donde está representada por dos poblaciones: una restringida en la parte occidental, conocida como población “coreana”, y la otra en la parte nororiental conocida como la población “californiana”.

Esta última se distribuye en el verano en los mares de Chukchi y Beaufort, en la región noreste del Mar de Bering y en las aguas circundantes a la Isla de St. Lawrence. Durante el otoño, migra hacia el sur y llega hasta la costa occidental de la península de Baja California, donde se concentra para reproducirse (especialmente en la Laguna San Ignacio, Laguna Ojo de Liebre y Bahía Magdalena), y en la región suroccidental del Golfo de California, aunque existen avistamientos en prácticamente todo el Golfo de California. Siguiendo su misma ruta migratoria, en primavera regresa al norte.



Figura IV. 633. Imagen que muestra la distribución de la Ballena Gris en México.



Figura IV. 644. Imagen que muestra las rutas de migración de la Ballena Gris.

La última estimación de la población californiana indicó unos 22,000 individuos. La Ballena Gris estuvo a punto de ser exterminada por la cacería indiscriminada a mediados del siglo XIX y principios del XX. Gracias a la protección brindada por la Comisión Ballenera Internacional y, en particular, a los esfuerzos de México que protegió las áreas de reproducción en Baja California, esta ballena se ha recuperado y se cree que actualmente alcanza número similares a los niveles de preexplotación.

Actualmente la ballena gris se desplaza muy cerca de la costa (dentro de una franja de 20 km) en su travesía hacia las lagunas costeras del SAR. Las principales zonas de reproducción son Laguna Ojo de Liebre y la Laguna San Ignacio, mientras que la menos importante es Bahía Magdalena. Hay un elevado grado de fidelidad hacia los cuerpos de agua y aunque se desplazan entre ellos y el golfo, tienden a permanecer en las inmediaciones de las lagunas, por lo que es posible suponer que solo una pequeña fracción de las ballenas que llega a la zona pasará cerca de la zona de extracción. Las hembras con crías permanecen en el interior de las lagunas, mientras que los machos y algunas hembras se mueven entre éstas y el SAR, lo cual sugiere que la afectación a la estructura poblacional por este proyecto será poco significativa. La ballena azul se desplaza principalmente fuera del SAR y aunque algún animal puede introducirse e incluso transitar por la zona de dragado, el ruido no le afectará y tendrá la capacidad de observar la embarcación con la draga.

- **DELFINES**

Este grupo está conformado por cetáceos que presentan dientes (*Suborden Odontoceti*), los cuales pueden presentar una afinidad por zonas tanto templadas como tropicales. Se caracterizan por presentar un mayor espectro alimentario con respecto a los misticetos, que presentan en general una alta especialización para filtrar zooplancton (Reeves *et al.*, 2002).

Otra característica importante de los odontocetos es que no presentan desplazamientos migratorios tan grandes como los misticetos, por lo que llegan a encontrarse poblaciones residentes y la fusión de áreas reproductivas con áreas de alimentación. Por otro lado, los odontocetos se caracterizan por presentar una mayor cohesión social respecto a otros cetáceos, por lo que es fácil encontrar grandes grupos, en ocasiones de hasta 2,000 individuos, lo cual favorece su sencillo avistamiento (Reeves *et al.*, 2002).

6) Delfín Nariz de Botella

Este odontoceto es cosmopolita; es comúnmente encontrado en una gran cantidad de hábitats tanto templados como tropicales. También se reporta como residente en

bahías o lagunas costeras (Reeves *et al.*, 2002). De hecho dentro de Bahía de La Paz, B.C.S. en México, se reporta la presencia de una población residente de tursiones (Salinas-Zacarías, 2005). En este sentido se han reportado dos ecotipos dentro de esta especie, uno costero y uno oceánico (Walter, 1981).

Ambos conforman su dieta con base en las presas disponibles en el área; sin embargo, una marcada diferencia entre los dos tiene que ver con que el tursión oceánico incorpora a los calamares a su alimentación, por lo menos de modo más importante que los costeros. Se les reporta, junto con *D. delphis*, como las especies que presentan el mayor número de varamientos en las costas de Sonora, básicamente en el Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco (Delgado-Estrella, *et al.*, 1994).



Figura IV. 655. Imagen que muestra la distribución del Delfín nariz de botella en México.

- **Lobo Marino**

Este grupo de mamíferos marinos está conformado por miembros del orden de los carnívoros, tal es el caso de los lobos marinos, los lobos de pelo fino, las focas y las morsas. En México, sólo contamos con cuatro especies (lobo marino de California, lobo fino de Guadalupe, elefante marino del norte y foca de puerto). La más abundante es el lobo marino de California con cerca de unos 100,000 individuos entre la costa

occidental de Baja California y el Golfo de California (Szteren *et al.*, 2006, Lowry y Maravilla, 2005). Ésta sería la única especie que podría ubicarse en las cercanías del Área de referencia del proyecto, ya que las otras tres especies de pinnípedos se ubican en latitudes más altas, a partir de la parte media de la península (costa occidental).

7) Lobo Marino de California



Figura IV. 6606. Lobos Marinos (*Z. californianus*).

Se le encuentra en todo el Golfo de California, en la parte norte; se ubican dos áreas de agrupaciones de Lobos Marinos con actividad reproductiva, la Isla San Jorge y las Rocas Consag, que son las áreas más próximas a Puerto Peñasco. Los machos realizan migraciones con fines alimenticios, mientras que las hembras permanecen en las colonias. El tamaño poblacional en todo el Golfo de California se estimó entre 24,062 y 31,159 individuos en el año 2004 (Szteren y Auriolles-Gamboa, 2006).



Figura IV. 6707. **Distribución del Lobo Marino (*Z. californianus*).**

En síntesis se tiene que en la revisión bibliográfica, se ha visto que el SAR cuenta con 35 especies de mamíferos. Entre las grandes ballenas, hay siete especies de mysticetos y dos de odontocetos. También se observaron ejemplares de delfínidos (8 especies), zífidos (2 especies), ballenas piloto (1 especie), cachalote enano, cachalote pigmeo, orcas falsa, mesoplodontes, orca pigmea y otáridos (4 especies). Algunas especies son estacionales (los grandes cetáceos llegan a finales de otoño y en invierno), mientras que otras son permanentes (delfines y lobos marinos). El SAR es una zona de alimentación importante; e.g. la langostilla es alimento para la ballena azul y otras ballenas, en tanto que los peces, calamares y pinípedos a delfines, cachalotes y orcas.

La abundancia de los cetáceos coincide con los ciclos de productividad y sus variaciones interanuales dependen de los cambios ambientales y la disponibilidad de alimento, mientras que la de lobos y focas, con los periodos reproductivos en la colonia de Isla Margarita.

IV.5.2.3.5. Tortugas Marinas

Las tortugas marinas son reptiles del orden Testudines; cuentan con habilidades especiales para realizar extensas migraciones alrededor del mundo, permitiendo obtener mayor rendimiento hidrodinámico.

El ciclo de vida de estos organismos es muy especializado y requiere de numerosos ambientes para ser completado. Dentro de éstos, se incluyen playas de anidación, corredores migratorios, hábitats de juveniles y zonas de alimentación de organismos adultos. Para el Océano Pacífico oriental y la costa occidental de la península de Baja California, se cuenta con el registro de cinco especies de tortugas marinas: la tortuga marina carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga marina caguama (*Caretta caretta*), la tortuga marina laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga marina verde o del Pacífico (*Chelonia agassizii*) y la tortuga golfinia (*Lepidochelys olivacea*), mismas que migran grandes distancias hasta las aguas de Baja California para anidar y alimentarse de plantas e invertebrados, principalmente (Nichols *et al.*, 2000; Márquez *et al.* 2004). Todas ellas tienen la categoría en peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otros referentes internacionales (IUCN, 2000; CITES, 2004).

La abundancia de cada una de estas especies está determinada no sólo por sus características biológicas, sino también por las fluctuaciones naturales y el impacto antropogénico, que incluye la modificación o destrucción de las playas de anidación, la pesca (dirigida e incidental), la recolecta de huevos y la contaminación, entre otros factores (Márquez *et al.*, 2004).

❖ *Tortuga Caretta caretta*

La población del Pacífico Norte de la tortuga amarilla o caguama (*Caretta caretta*) anida exclusivamente en el archipiélago Japonés. Cuando las crías nacen, atraviesan todo el Océano Pacífico para llegar a Baja California Sur, una migración de unos 12,000 kilómetros. Estas tortugas, todas juveniles, permanecen alimentándose cerca

de la costa de Baja California Sur, hasta que están listas para reproducirse, aproximadamente a los 35-50 años de edad y no antes (Peckham *et al.*, 2011).

Se documenta dentro del SAR la tortuga amarilla, ya que se establecen en esa zona aprovechando la riqueza y abundancia de alimento. Este patrón de distribución y zona de alimentación fue establecido a través de estudios de rastreo satelital (Peckham *et al.*, 2007; Peckham *et al.*, 2011) y confirmado por censos aéreos (Seminoff *et al.*, 2006).

En la Figura IV. 6808., se muestra su distribución a nivel mundial y, en específico, la relación Japón-México.



Figura IV. 6808. **Imagen que muestra la distribución de *Caretta caretta*.**

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

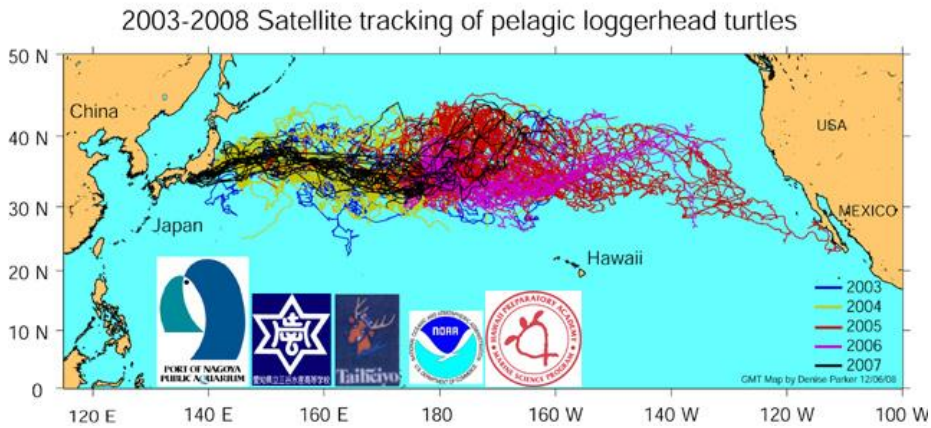


Figura IV. 69. Relación de distribución entre México y Japón.

Algunas instituciones han sugerido un área para el refugio de la tortuga caguama en Bahía de Ulloa, la cual se delimitaría con base en los estudios sobre la distribución de tortugas y el alcance y conflicto con las flotas pesqueras ribereñas (Peckham *et al.* 2006; Seminoff *et al.* 2006).

En la siguiente figura y tabla se presentan los registros bibliográficos de avistamiento de *Caretta caretta*, así como la ubicación espacial del proyecto con relación al hábitat de la tortuga *Caretta caretta*.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

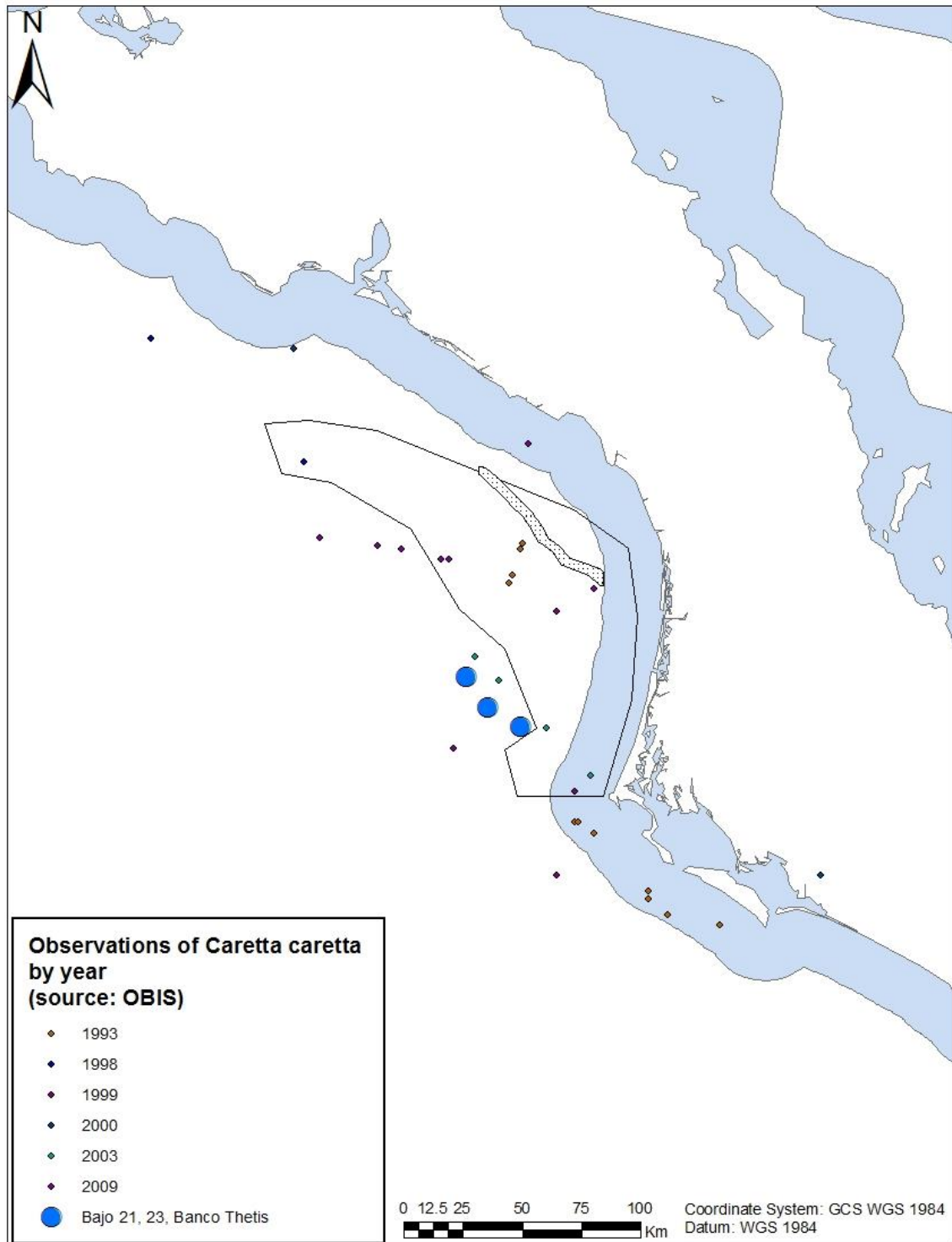


Figura IV. 70 Avistamientos de tortuga amarilla (*Caretta caretta*) referidos anualmente. (OBIS 2009)

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla IV. 13. **Puntos de avistamientos de tortugas durante el periodo migratorio geo-referenciados**

Punto	latitud	longitud
1	24.31	-111.88
2	24.35	-112.08
3	24.35	-112.08
4	24.41	-112.15
5	24.44	-112.15
6	24.66	-112.36
7	24.7	-112.43
8	24.7	-112.42
9	25.61	-112.68
10	25.64	-112.67
11	25.74	-112.64
12	25.76	-112.63
13	26.07	-113.46
14	26.54	-114.04
15	24.82	-112.43
16	25.5	-112.5
17	24.5	-112.5
18	24.5	-112.5

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Punto	latitud	longitud
19	25.5	-112.5
20	26.5	-113.5
21	24.88	-112.37
22	25.06	-112.54
23	25.24	-112.72
24	25.33	-112.81
25	25.59	-112.36
26	25.7	-112.94
27	25.7	-112.91
28	25.74	-113.09
29	25.75	-113.18
30	25.78	-113.4
31	26.14	-112.61
32	24.98	-112.89
33	26.44	-113.46
34	25.96	-113.296
35	25.89	-113.004
36	25.92	-112.885
37	25.94	-112.92
38	25.9	-112.426
39	25.17	-112.185

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Punto	latitud	longitud
40	24.76	-113.494
41	24.48	-112
42	25.94	-113.6
43	25.44	-112.482
44	25.2	-112.511
45	25.2	-112.511
46	24.5	-112
47	25.26	-112.527
48	25.26	-112.527
49	25.33	-113
50	25.33	-112.885
51	25.67	-112.688
52	25.67	-112.688
53	25.88	-112.992
54	25.88	-112.992
55	25.89	-112.96
56	25.89	-112.96
57	26.05	-113
58	26.05	-112.995
59	26.06	-113.024
60	26.06	-113.024

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

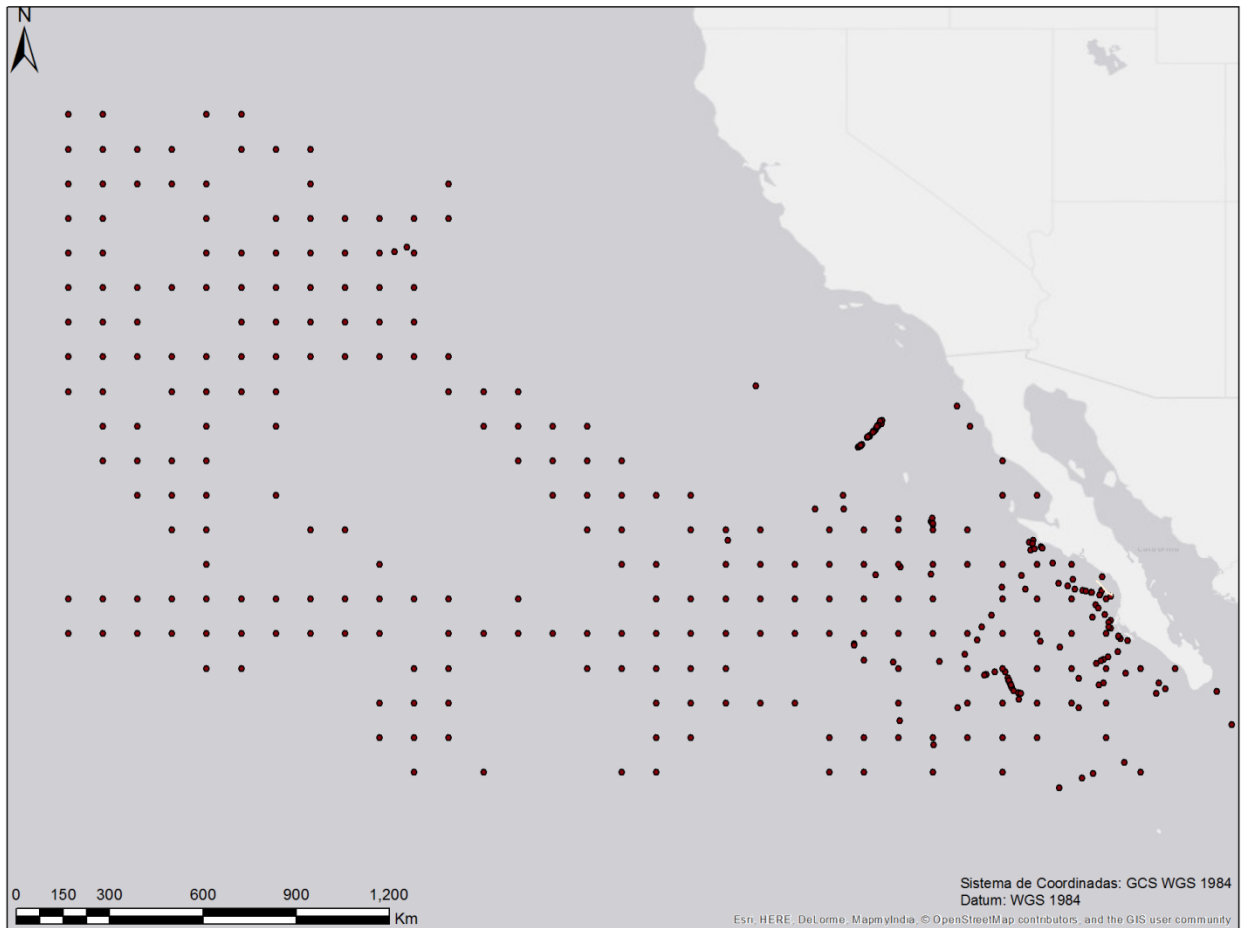


Figura IV. 711. OBIS Datos de geo-referenciación de la *Caretta caretta*, Océano Pacífico (1993-2009)

❖ *Tortuga Lepidochelys olivácea*

La golfinia u olivácea (*Lepidochelys olivácea*) es robusta, mide alrededor de 75 cm y pesa 45 kg, con caparazón casi circular o acorazonado, con cinco a siete escudos

dorsales y laterales, para un total de 15 con bordes ligeramente levantados. Cabeza mediana, cónica y termina en punta. Dos pares de escamas frontales en la cabeza. Boca en forma de pico córneo y bordes lisos. Vive en la mayor parte del Océano Atlántico, este y oeste del Índico, y al este, centro, noroeste y sudoeste del Pacífico. En México, llegan en gran número a Oaxaca y Michoacán; llegan en menor número a Baja California, Sinaloa, Colima, Nayarit, Michoacán, Jalisco, Guerrero, Chiapas y Oaxaca. Come cangrejos, camarones, langostas, medusas, tunicados, salpas, e incluso algas.

❖ ***Tortuga Chelonia mydas***

La tortuga verde o blanca (*Chelonia mydas*) es la más grande de las tortugas marinas de concha dura. Mide entre 71 cm y 1.39 m y pesa entre 68 y 235 kg. De caparazón ovalado, con una quilla en los juveniles que desaparece con la edad.

Su carapacho tiene cuatro escudos costales de cada lado. Cabeza relativamente pequeña y chata, con dos escamas prefrontales y cuatro escamas detrás de los ojos. El pico es chato y sin gancho, con el borde de las mandíbulas aserrado. Vive en los Océanos Pacífico, Atlántico e Índico. En México anidan en Baja California, Sinaloa a Chiapas, Michoacán, Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Los juveniles son omnívoros, comen medusas, crustáceos, moluscos, esponjas y gusanos. Los adultos se alimentan de pastos marinos, algas y algunos moluscos. Es la única tortuga marina que, según se sabe, puede llegar a asolearse en rocas fuera del agua.

❖ ***Tortuga Eretmochelys imbricata***

La carey (*Eretmochelys imbricata*) mide entre 62 cm a 1.14 m y pesa alrededor de 80 kg. Tiene caparazón acorazonado que al madurar se alarga con las placas del borde puntiagudas dándole apariencia aserrada. La cabeza se adelgaza hacia la punta, mandíbula con apariencia de pico de ave, ganchuda y con bordes afilados. Con dos pares de escamas frontales, y cuatro laterales en cada lado. La tortuga carey vive en los mares tropicales y subtropicales de todo el mundo, en los Océanos Atlántico, Índico y Pacífico.

Se calcula que llega a desovar a playas de 60 diferentes países, siendo en gran parte de ellos nidaciones de baja densidad. En México, anida en Veracruz, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Michoacán, Jalisco, Sinaloa y Oaxaca. Las crías son carnívoras y los adultos omnívoros. Comen erizos, esponjas marinas, medusas, crustáceos, moluscos, estrellas de mar, algas y peces. Es una especie amenazada principalmente por la obtención de las placas de su caparazón.



Figura IV. 112. Mapa de distribución de hábitats utilizados por la tortuga carey y reconocidos para ambos litorales mexicanos.

Fuente: Programa de acción para la conservación de la especie *Eretmochelys imbricata*. SEMARNAT.

De acuerdo con la bibliografía en la zona de estudio se han identificado ejemplares de *Chelonia mydas* (tortuga negra), *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina), *Dermodochelys coriacea* (tortuga laúd), *Eretmochelys imbricata bissa* (tortuga carey) y *Caretta caretta gigas* (tortuga amarilla). Cabe mencionar que todas están en la categoría de peligro de extinción (P) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. El SAR es un área de alimentación importante de

las tortugas negra y amarilla; la primera se alimenta en los cuerpos costeros principalmente (el más importante es el estero El Coyote, aledaño a Punta Abreojos), mientras que la segunda de langostilla y su área de forrajeo principal (área núcleo) está en el sur del SAR; cabe señalar que esa área núcleo puede variar entre años, aunque los estudios indican que está fuera del área del proyecto.

Como se ha mencionado *Caretta caretta* es la especie, podría llegar a ser mas susceptible, principalmente la población de los juveniles. Por ello se investigo bibliográficamente el uso que le da la tortuga a las áreas del proyecto, primariamente a la columna de agua.

Algunos de los aspectos de la biología de la tortuga caguama son bien conocidos, por ejemplo, su dieta omnívora, principalmente de invertebrados, moluscos y crustáceos (Limpus y Limpus, 2003). Se ha publicado también una detallada caracterización de su comportamiento natatorio y capacidades de buceo, así como sus movimientos migratorios y la ocupación de sus hábitats de forrajeo (e.g. Davenport y Clough, 1986; Sakamoto *et al.*, 1990a y 1990b; Hatase *et al.*, 2002; Polovina *et al.*, 2004; Girand *et al.*, 2009; Howell *et al.*, 2010). Un patrón constante es la preferencia de la tortuga caguama por las zonas costeras poco profundas para el forrajeo, esto se ha determinado por los estudios realizados en el Atlántico, el Océano Pacífico y el Mar Mediterráneo.

Los comportamientos asociados a la natación y al buceo presentan adaptaciones fundamentales destinadas a la conservación de la energía. Por ejemplo, Houghton *et al.* (2002) reportaron que los buceos para el forrajeo se volvieron menos frecuentes durante los periodos anteriores y posteriores de anidación. Durante las largas migraciones, la tortuga caguama realiza frecuentes buceos destinados más a descansar que a forrajear. La natación de largas distancias se realiza de un modo más eficiente en aguas poco profundas que en la superficie; por lo común el tiempo que las tortugas pasan en superficie se asocia fundamentalmente con la respiración y la toma de sol.

Los buceos para el forrajeo son mucho más frecuentes cuando las tortugas se encuentran en aguas someras con acceso al fondo marino. Concentrar los esfuerzos energéticos para buceos en aguas someras que proporcionen el alimento adecuado es una buena estrategia para la conservación de la energía. Los buceos monitorizados en el Mar Mediterráneo para la tortuga caguama se suceden en profundidades inferiores a los 20 metros.

Igualmente, Papi *et al.* (1997) documentaron que durante las migraciones, los buceos se volvieron más frecuentes, pero de menor duración que los buceos que se realizan en las áreas de forrajeo. Los ejemplares juveniles de tortuga caguama en el norte del Océano Pacífico pasaron 80% de su tiempo de buceo en profundidades inferiores a 5 metros y 90% de su tiempo de buceo en profundidades inferiores a los 15 metros (Howell *et al.*, 2010).

Marcovardi *et al.* (2010) observaron que las tortugas caguama femeninas en las costas brasileñas tenían una gran fidelidad a zonas de forrajeo específicas, y los tamaños de las áreas de forrajeo se determinaban por la presencia de moluscos, crustáceos y celentéreos. Las áreas de forrajeo aumentan de tamaño en las zonas donde los recursos alimenticios se empobrecen. En Brasil, las áreas de forrajeo típicas para las hembras adultas se caracterizan por ser arenas y gravas medias y gruesas en profundidades que oscilan entre los 25 y 50 metros. Las tortugas en buceos solitarios pueden descender más de 50 metros. Las duraciones de los buceos guardan una estrecha relación con las temperaturas del agua (Bentivegna *et al.*, 2003).

Aproximadamente la mitad de los buceos monitorizados para la tortuga caguama observados en el Mediterráneo duraron hasta 10 minutos. Los buceos más largos pueden durar hasta 120 minutos y generalmente se asocian con temperaturas más frías. Buceos más largos también se asocian con periodos de bajo consumo de alimentos. En el caso de México no se tienen datos específicos.

Con base en lo que conocemos del comportamiento de la tortuga caguama, es posible predecir que algunos individuos podrían transitar por la zona del área de trabajo, pero no realizarían buceos de forrajeo hasta que se encontraran en profundidades más bajas. Esta afirmación se sustenta en dos evidencias. La primera es que el proyecto se desarrolla en zonas en las que se ha documentado una pobreza de recursos en cuanto al potencial de alimento para las tortugas, lo que induce a las tortugas a buscar el alimento en las zonas donde hay mayor abundancia del mismo y su acceso es más fácil. En segundo lugar, los buceos en la zona del proyecto podrían ser buceos de descanso, como los que se observan en aguas más profundas. Es muy improbable que las tortugas pasen tiempo cerca del fondo en la zona del proyecto, dada la naturaleza de esos buceos cortos, lo que reduce enormemente las

posibilidades de que las tortugas permanezcan en el fondo sobre el substrato alterado o en el entorno de la cabeza de dragado.

De acuerdo con los reportes bibliográficos de avistamientos de las tortugas *Caretta caretta*, éstas pasan 75% de su tiempo en la capa superior (5 m) de la columna de agua (Bolten, 2003) (OAG, 2013).

Estos organismos, en su etapa juvenil, se encuentran alimentándose o desplazándose a 5 metros a partir de la superficie de la columna de agua en la zona nerítica (Bolten, 2003) (OAG, 2013). Una vez que desarrollan el control de la flotabilidad y que pueden sumergirse al fondo del mar, desarrollan una alimentación bentónica (Bolten, 2003).

De acuerdo con los reportes del Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Tortuga Caguama, *Caretta caretta* en el Golfo de Ulloa, esta especie suele estar en la superficie de la columna del agua de 50 a 80% del tiempo (CONANP, 2011).

A continuación se muestra una imagen de la ubicación del área del proyecto con relación al hábitat de la tortuga *Caretta caretta*.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

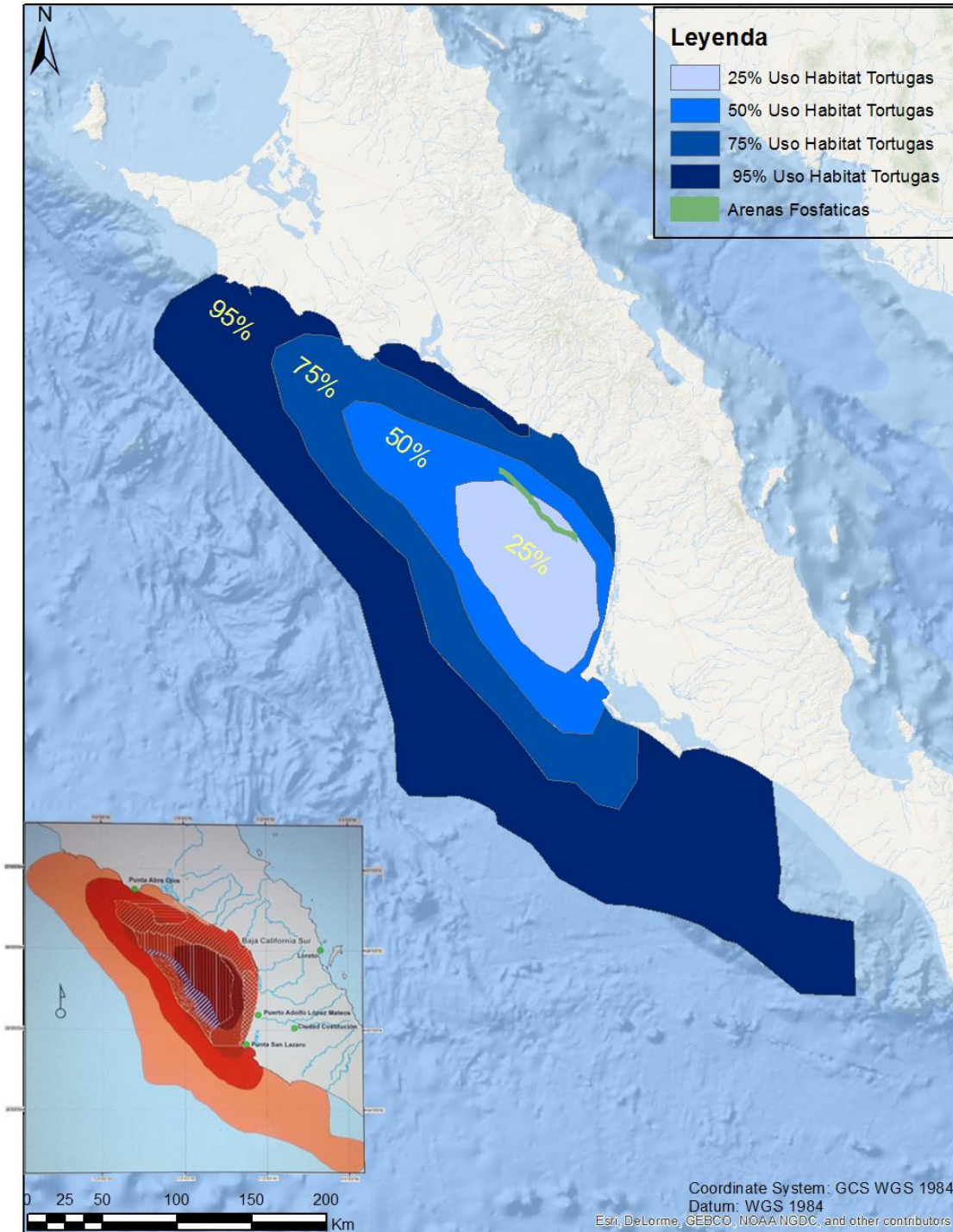


Figura IV. 72. **Ubicación del SAR y el área del proyecto con relación al hábitat de la tortuga *Caretta caretta* registrado en la propuesta de Refugio por SEMARNAT según el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte.**

IV.5.2.3.6. Aves marinas

La avifauna marina de la Península de Baja California ha llamado la atención de naturalistas desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Los datos recabados por las primeras expediciones permitieron crear catálogos importantes de aves terrestres y marinas, como los de Brewster (1902), Grinnell (1928) y posteriormente Wilbur (1987). Dichas obras reunieron la información de las aves en la región, abriendo el campo a diferentes investigaciones ornitológicas en la península (v. gr. Anderson 1983, Howell *et al.*, 2001).

De conformidad con la literatura (Ramírez Rodríguez *et al.*, 2010), existen varias especies de aves marinas pero no hay registros de captura o afectación incidental de parte de las actividades pesqueras. Algunas de las aves marinas se incluyen en la Norma 059- SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazadas; paño negro (*Oceanodroma melania*), paño mínimo (*Oceanodroma microsoma*), y avetoro del Eje Neovolcánico (*Botaurus lentiginosus*). Como especies sujetas a protección especial se encuentran la gaviota pata amarilla (*Larus livens*), la garza colorada (*Egretta rufescens*), la grulla gris (*Grus canadensis*), el charrán elegante (*Sterna elegans*) y la gaviota ploma (*Larus heermanni*). Como especie en peligro de extinción mérgulo de Craveri (*Synthliboramphus craveri*).

IV.5.2.4. Especies de interés para la conservación

Se reconoce el interés para la conservación de especies, en especial las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ya referidas anteriormente, como ballenas, delfines, lobos marinos y tortugas marinas. En el caso de la ballena gris, en su temporada de arribo a

la región de la Bahía de Ulloa (SAR), existen acuerdos para disminuir o detener la pesca en lagunas costeras; algunos pescadores derivan entonces a la prestación de servicios al turismo para la observación de estos mamíferos.

En el caso de los lobos marinos y de los delfines, existe la prohibición para su captura. Sin embargo, hay registros de interacción antropogénica con el lobo marino de California y el delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*), tales como mutilación de aleta caudal, marcas de redes de enmalle, orificio de bala y traumatismo craneal, con ocurrencia en los meses de mayo, junio y julio, cuando opera la pesca de escama (Mercuri, 2007). La interacción con el lobo marino es evidente porque los animales causan daño a los artes de pesca al comerse los peces atrapados. La frecuencia y magnitud de este fenómeno ha sido poco estudiada pero, según los pescadores, ha ido aumentando con los años.

Con referencia a las tortugas marinas, en años pasados se daba la pesca de tortugas para consumo humano, pero ésta disminuyó a partir del establecimiento de la veda permanente y la penalización por captura, posesión, consumo, comercialización y daño a cualquier especie de tortuga marina. Sin embargo, en la pesca de escama y tiburón en la región de la Bahía de Ulloa se ha documentado la captura incidental de tortugas caguamas o amarillas (*Caretta caretta*), golfinas (*Lepidochelys olivacea*), negras (*Chelonia mydas agassizii*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) (Gardner y Nichols 2001; Nichols, 2003; Koch *et al.* 2006; Peckham *et al.* 2008).

Destaca la incidencia de tortugas caguamas y golfinas en redes escameras y tiburoneras de fondo y superficie, redes languaderas, palangres de superficie y de fondo, y simpleras. Las tortugas negras se capturan en redes sierreras, languaderas, tiburoneras de fondo, y en simpleras cuando se usa calamar como carnada. La captura incidental de tortuga carey se puede presentar en redes languaderas cuando se usan en los esteros (Ramírez Rodríguez, *et al.*, 2010).

El caso de las tortugas caguamas o amarillas es especial, por lo complejo de su ciclo de vida y estar en peligro de extinción (Bowen *et al.* 1995; Nichols *et al.* 2000; Nichols

2003; Kamezaki *et al.*, 2003; Kobayashi *et al.* 2008; Peckham *et al.* 2008; Conant *et al.*, 2009). Con áreas de reproducción en las costas de Japón, desde donde migran a zonas del Pacífico central y de la costa occidental de la península de Baja California, en donde permanecen de 25 a 30 años alimentándose y almacenando energía, para posteriormente iniciar el regreso a las costas de Japón y continuar su ciclo de vida. Las causas de mortalidad son varias y se incrementan con la mortalidad por pesca (Peckham *et al.*, 2008; Conant *et al.*, 2009). Según Peckham *et al.* (2007, 2008), en la temporada de pesca de escama 2005 en la zona sur de la Bahía de Ulloa, al menos 14 embarcaciones realizaron 110 viajes de pesca con redes y palangres y mataron 900 tortugas.

A continuación, se indican las especies más relevantes para la conservación (Ver Tabla IV. 14).

Tabla IV. 14. Especies de especial interés para el sector conservación presentes en la Bahía de Ulloa (SAR).

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves marinas		
Paíño negro	<i>Oceanodroma melania</i>	<i>Amenazada</i>
Paíño mínimo	<i>Oceanodroma microsoma</i>	<i>Amenazada</i>
Mérgulo de Craveri	<i>Synthliboramphus craveri</i>	<i>En peligro de extinción</i>
Gaviota pata amarilla	<i>Larus livens</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Avetoro del eje neovolcánico	<i>Botaurus lentiginosus</i>	<i>Amenazada</i>
Garza colorada	<i>Egretta rufescens</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Grulla gris	<i>Grus canadensis</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Charrán elegante	<i>Sterna elegans</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Gaviota ploma	<i>Larus heermanni</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Mamíferos marinos		
Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Ballena de aleta	<i>B. physalus</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Rorcual tropical	<i>Balaenoptera edeni</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Delfín tornillo	<i>Stenella longirostris</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Delfín de riso	<i>Grampus griseus</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Delfín listado	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Orca	<i>Orcinus orca</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Lobo marino de California	<i>Zalophus californianus</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Delfín común de rostro corto	<i>Delphinus delphis</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Delfín de costados blancos del Pacífico	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Ballena gris	<i>Eschrichtius robustus</i>	<i>Sujeta a protección especial</i>
Tortugas marinas		
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	<i>En peligro de extinción</i>
Tortuga caguama o amarilla	<i>Caretta caretta</i>	<i>En peligro de extinción</i>
Tortuga laúd	<i>Dermochelys coriacea</i>	<i>En peligro de extinción</i>

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Tortuga verde o del Pacífico	<i>Chelonia agassizii</i>	<i>En peligro de extinción</i>
Tortuga golfina	<i>Lepidochelys olivacea</i>	<i>En peligro de extinción</i>
Tiburones		
Tiburón peregrino	<i>Cetorhinus maximus</i>	<i>Amenazada</i>
Tiburón blanco	<i>Carcharodon carcharias</i>	<i>Amenazada</i>

IV.5.2.5. Trabajo de Campo para la zona biótica

Se llevaron a cabo muestreos en campo dentro del Área de Referencia definida para el proyecto, para la identificación de microorganismos: Fitoplancton y Zooplancton y de macroorganismos: Epifauna, Infauna. A continuación se indica la metodología empleada para cada grupo, así como los puntos de muestreo y los resultados obtenidos derivados de la identificación en laboratorio.

IV.5.2.5.1. Metodología

Para la caracterización biótica, se siguieron las directrices que se llevan a cabo para las evaluaciones ecológicas bentónicas de extracción de áridos marinos en aguas costeras británicas, propuestas por el Departamento de Transporte y el Gobierno Local Británico. Dentro de las directrices, se indica llevar a cabo de manera inicial un estudio prospectivo que permita realizar una caracterización bentónica, caracterizando los hábitats del fondo marino y de sus comunidades faunísticas asociadas.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Derivado de lo anterior, se llevó a cabo el muestreo prospectivo, mediante un sonar multihaz realizando un barrido lateral.



Figura IV. 734. Imagen que muestra a modo de ejemplo el sonar de barrido lateral empleado para la caracterización planctónica y bentónica.

- **Metodología en Columna de Sedimentos**

Se analizó la columna de sedimentos realizando muestreos con un equipo denominado Vehículo de Operación Remota (ROV por sus siglas en inglés); éste ha sido diseñado y construido para realizar tareas de inspección y recolección de muestras hasta una profundidad de 2,000 m.

Para ello, cuenta con instrumentos de navegación y otros dedicados a tareas científicas. El ROV se sumerge sobre el fondo en el Sistema de Gestión Tether (TMS por sus siglas en inglés). Este Sistema de Gestión de cable de excursión alberga y protege al ROV en las maniobras de arriado e izado. Contiene un tambor motorizado con el cable de excursión, la instrumentación científica y de telemetría y control. El

umbilical de excursión de 250 m de longitud tiene transmisión de datos por fibra óptica.



Figura IV. 745. Vehículo de Operación Remota (ROV por sus siglas en inglés), utilizado para realizar muestreos en la Bahía de Ulloa.

- **Metodología en ficoflora y fauna bentónica**

Se analizaron puntos de muestreo de la ficoflora y fauna bentónica; las muestras fueron tomadas con el ROV.

- **Metodología Avistamiento de Mamíferos Marinos, Quelonios, Elasmobranquios y Aves marinas**

El avistamiento de mamíferos marinos y en general, de la fauna marina mencionada en este apartado, consistió en el barrido visual del área comprendida entre un ángulo de 180° hacia el frente de la embarcación hasta el horizonte, durante las horas de luz solar, usando binoculares. Al efectuarse los avistamientos, se registraron la especie, el número de individuos, la posición geográfica con el uso de un GPS, la hora y la fecha. También se hicieron observaciones del comportamiento. La identificación de las

especies avistadas fue realizada directamente por el observador. El recorrido del barco, estaciones y las posiciones de los avistamientos fueron almacenadas en la memoria del GPS, y posteriormente transferidas a computadora.

- **Metodología para Fitoplancton**

Se analizaron varios puntos de muestreo de fitoplancton recolectados en el mes de noviembre del 2013. A su llegada, las muestras fueron registradas en una libreta destinada para ello, a fin de indicar la fecha y ubicación de las muestras.

El análisis de fitoplancton se realizó por el método de examen con microscopio invertido Utermöhl (1931, 1958). Después de cada muestra, se mezcló cuidadosamente por agitación una alícuota conocida de 600 ml; se concentró mediante sedimentación y decantación en una cámara de sedimentación de plancton estandarizada con una zona de sedimentación conocida de 387,1 mm². Después de 24 horas de solución (o al menos 4 horas por centímetro considerando la altura de solución en la cámara), la cámara se colocó en una Leica DM IRB microscopio invertido (ampliación de 1500 X), en donde al menos 300 células fueron enumeradas por cada muestra cuando fue posible. Los recuentos de células se hicieron en 1000 X magnificación contando todos los organismos a lo largo de transectos de la cámara. Cabe mencionar que las células vacías o frústulas de diatomeas no se incluyeron en los recuentos; sin embargo, fueron tabuladas por separado. Los taxones identificados se registraron en hojas de banco estandarizados y posteriormente convertidos en el número de células por litro para cada taxón en la muestra, usando la ecuación de conversión siguiente:

C Ac

Células / L = Nt A t Va

Donde C = Número de células contadas

Ac = Área del fondo de la cámara (387.1 mm²)

Nt = Número de transectos contados

A t = Área de un transecto (4,71 mm²) en 1000 X magnificación

Va =Volumen de la alícuota (ml) instalado

Todos los organismos fueron identificados a nivel de especies, lo cual fue posible con el apoyo de referencias taxonómicas estándar.

A continuación, a través de las siguientes imágenes se muestran los Puntos de Muestreo que fueron considerados para la caracterización del fitoplancton dentro del Área de Referencia delimitada para el proyecto.

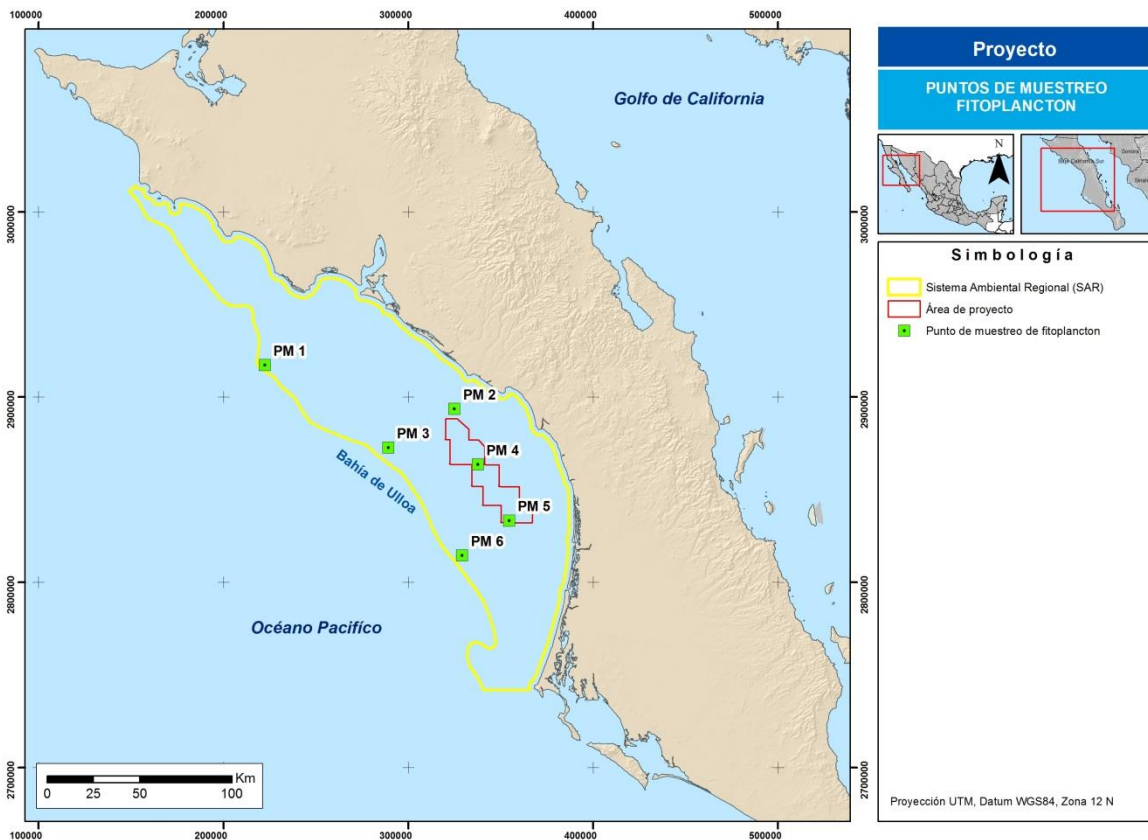


Figura IV. 756. Imagen que muestra los Puntos de Muestreo considerados para la caracterización del fitoplancton en el Área de Referencia del proyecto. Es importante mencionar que se realizaron más puntos de muestreo, sin embargo se seleccionaron los mejores tomados.

- **Metodología para zooplancton**

Los organismos del zooplancton se capturaron usando una red MOCNESS; se fijaron en formaldehído al 4% y después de 24 h se trasvasaron a alcohol para conservarlos.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

En el laboratorio, se procedió a hacer la identificación y el conteo de los organismos capturados. La mayoría de los organismos encontrados forman parte de las Cephalopoda A, *Chrysaora (Pelagia) colorata*, *Cyclosalpa sp.*, *Decapoda sp.*, *Diacria trispinosa*, *Hemisquilla californiensis*, *Pleurobrachia bachei*, *Pleuroncodes planipes*. En el Anexo 1 se describe el listado del zooplancton encontrado en el SAR durante los muestreos realizados.

A continuación, a través de la siguiente imagen, se muestran los Puntos de Muestreo que fueron considerados para la caracterización del zooplancton dentro del SAR delimitado para el proyecto.

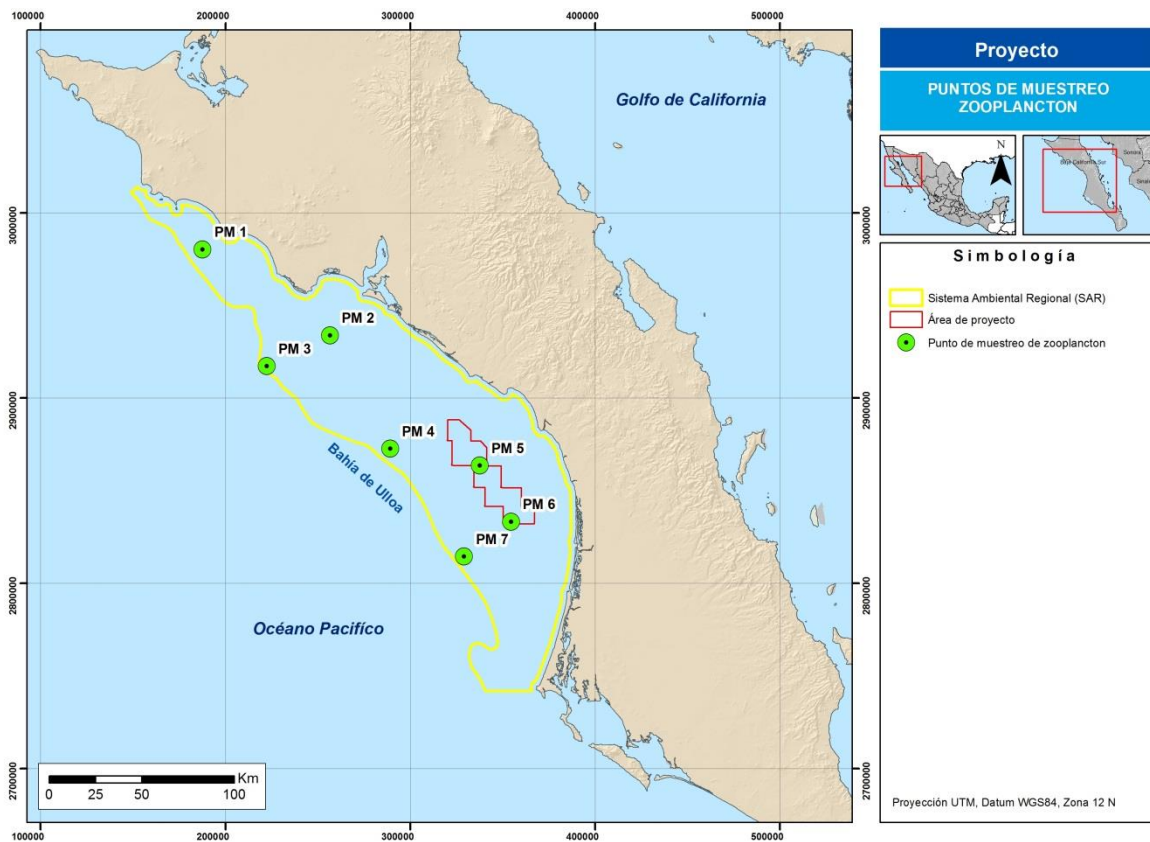


Figura IV. 76. Imagen que muestra los seis Puntos de Muestreo considerados para la caracterización del zooplancton en el SAR del proyecto.

- **Metodología para Infauna**

La identificación y conteo de organismos se efectuó a partir de la captura con redes, apoyándose en videograbaciones tomadas en campo, para cubrir un área mayor y tener una mejor representatividad de las poblaciones presentes.

A continuación, a través de la siguiente imagen, se muestran los Puntos de Muestreo que fueron considerados para la caracterización de la Infauna dentro del área del proyecto.

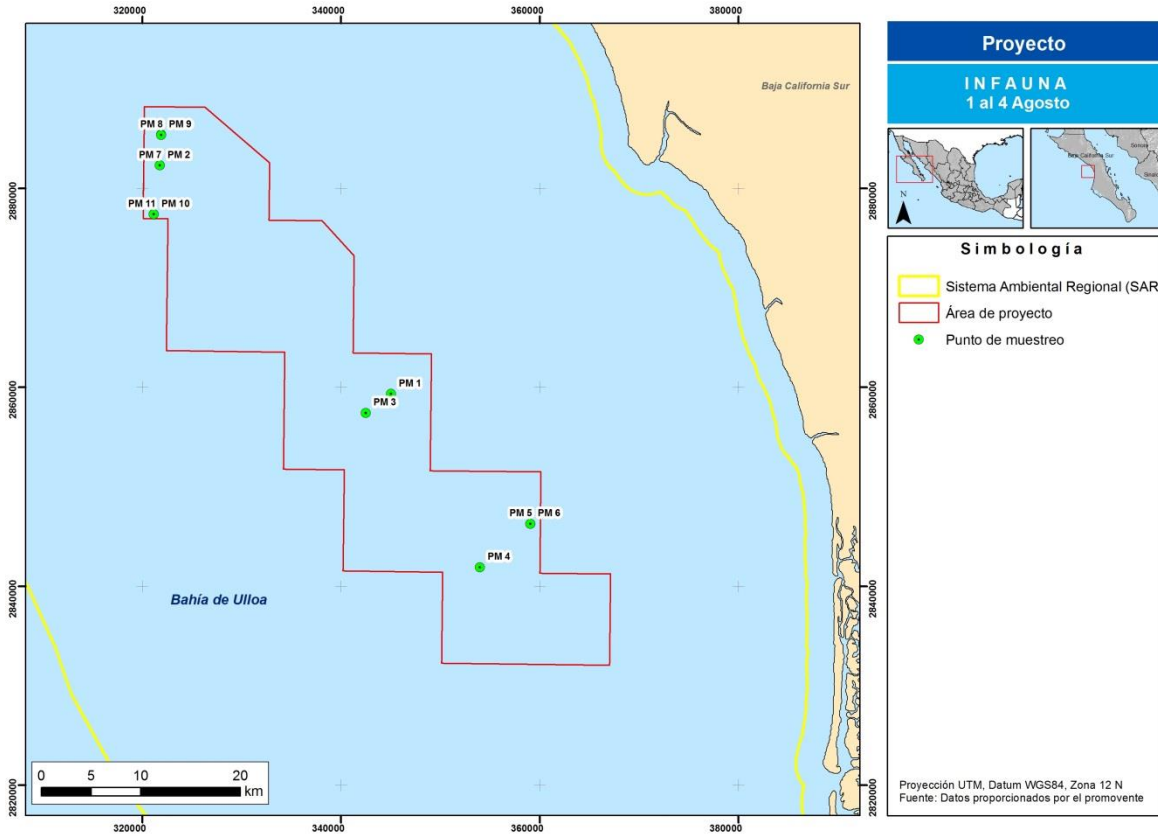


Figura IV. 77. Imagen que muestra los Puntos de Muestreo considerando dentro del Área del proyecto para la caracterización de la infauna.

IV.5.2.5.2. Productividad Primaria

❖ *Imágenes de satélites*

Se obtuvieron imágenes mensuales de satélite de SeaWiFS (Sea Viewing Wide Field of View Sensor) del 2000 al 2013; se procesaron mediante algoritmos desarrollados en MATLAB, obteniendo los promedios representativos de las dos épocas climáticas características de la región: la temporada cálida que va de verano a otoño cuando hay una intrusión de la corriente norecuatorial, y la temporada fría que ocurre de invierno a primavera cuando la Corriente California se extiende lo más al sur y cubre la zona de la Bahía de Ulloa (SAR). La concentración superficial de clorofila-a en miligramos por metro cúbico ($\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$) se obtuvo de procesar cada pixel de las imágenes.

❖ *Obtención y análisis de muestras de campo*

Se registró la fluorescencia activa con sensor TurboWET instalado en un CTD SEABIRD 19 Plus; los perfiles se obtuvieron hasta los 250 m de profundidad. Los datos de fluorescencia fueron transformados a clorofila-a y productividad primaria mediante la fórmula propuesta por Antal et al. (2001). Por otro lado, en el mes de agosto de 2013 se colectaron muestras de agua cada 10 m de profundidad para la identificación taxonómica de los organismos. Las muestras se tomaron con botellas Niskin de 5 l que estaban montadas en un carrusel General Oceanic; se filtraron al vacío con filtros GF/F de 25 mm de diámetro con un poro de 0.7 μm ; se congelaron en nitrógeno líquido para su posterior manipulación en el laboratorio.

Los resultados muestran valores que van desde 0 hasta 2.30 ($\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$) en el pico de máxima clorofila-a, el cual se ubicó a 65 m de profundidad, con una estructura de perfil trimodal; en sistemas eutróficos se presenta una distribución bimodal. Esta estructura trimodal puede obedecer a la formación de ondas internas en el borde de la cuenca San Lázaro. El IMECOCAL establece tres regiones para la costa oeste de la

península de Baja California, una zona eutrófica cercana a la costa caracterizada por valores de clorofila-a mayores a $1 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$, una región mesotrófica en donde las concentraciones de clorofila-a están entre 1 y $0.25 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$ y, una zona oligotrófica en donde la clorofila-a es menor a $0.25 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$. Los resultados muestran que la Bahía de Ulloa se puede clasificar como una región eutrófica.

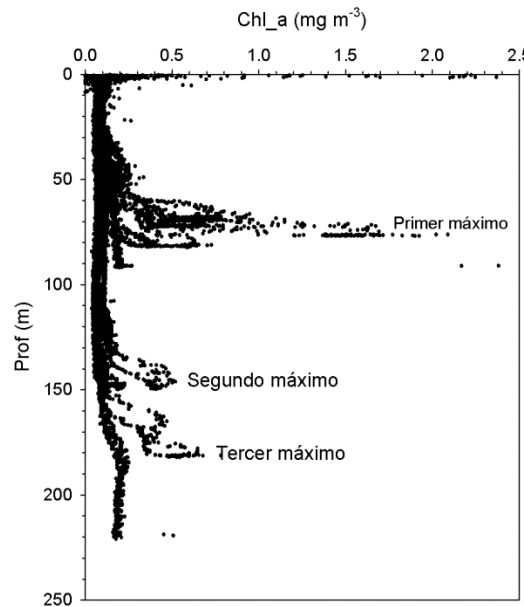


Figura IV. 78. Perfiles acumulativos de clorofila-a (mg m^{-3}).

Gaxiola Castro *et al.*, (2010) reportan valores integrados verticalmente de 150 a $25 \frac{\text{mg}}{\text{m}^2}$ en el invierno de 2002, y observan una fuerte disminución en la biomasa del fitoplancton durante La Niña 1999–2000. Reportan que en otoño e invierno se tienen las mayores tasas de producción primaria. La media de la producción primaria en la región eutrófica (zona costera) es de $49 \frac{\text{mgC}}{\text{m}^2\text{h}}$.

El fitoplancton depende fuertemente de las condiciones hidrográficas de la región, en donde se puede observar una afectación en la productividad de fitoplancton por eventos como El Niño y La Niña. Durante El Niño, se refleja como una señal cálida; se

tiene una baja en la productividad primaria y en las biomásas del fitoplancton, mientras que durante La Niña se presenta un incremento como respuesta a la fase fría (Ver siguiente Figura).

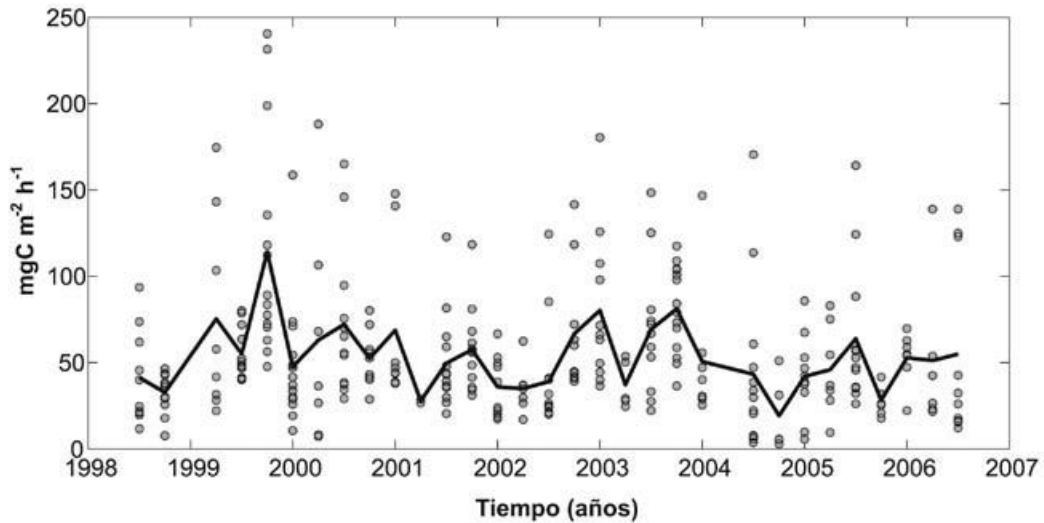


Figura IV. 790. Serie de tiempo de la variación de la producción primaria integrada en la zona eufótica (Pint; mgC m-2 h-1) en la región sur de IMECOCAL de 1998-2007. La línea señala la media de la producción primaria integrada obtenida en cada campaña.

En el laboratorio, se procedió a hacer la identificación y el conteo de los organismos capturados. La descripción detallada de los organismos identificados por número es bien extensa, por esta razón se incluirá como un anexo digital. Sin embargo, vale la pena mencionar que la mayoría de los organismos encontrados son parte de las Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Cryptophyta, Pyrrophyta y las Silicoflagellates (Figura IV. 801). La riqueza específica fue de 288, mientras que la abundancia relativa o diversidad, calculada como biodiversidad específica o índice de Shannon, fue de 3.06. El índice de Margalef fue de 24.11. En ambos casos se tienen valores altos, por lo que en términos del fitoplancton, la Bahía de Ulloa (SAR) tiene una diversidad alta y también una riqueza alta.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

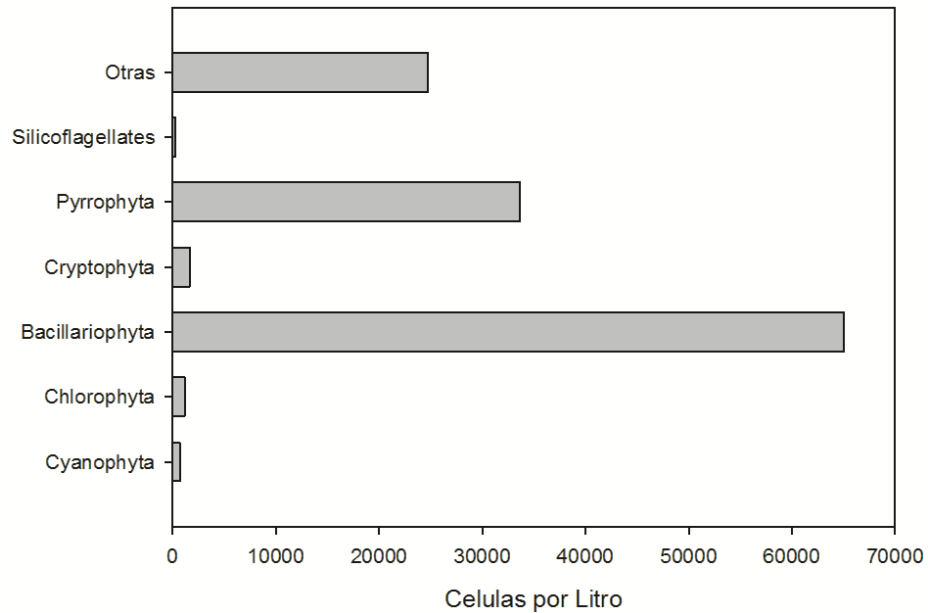


Figura IV. 801. Principales filos obtenidos a partir de la identificación de células del fitoplancton.

IV.5.2.5.3. Resultados de Fitoplancton

❖ *Riqueza*

A partir del muestreo realizado en campo, en general se identificó una riqueza total de 115 especies pertenecientes a 7 filos del grupo fitoplancton (Ver Tabla IV. 15). Hemos resaltado en color naranja las concentraciones taxonómicas más relevantes.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla IV. 15 Listado de especies de fitoplancton identificadas en el SAR y en el Área de Referencia del proyecto (se marca en color naranja las especies que obtuvieron valores más altos en la cuantificación de células por litro).

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
Cyanophyta	<i>Aphanothece sp.</i>	685	0	0	0	0	0	685
	<i>Richelia intracellularis</i>	0	0	0	0	0	493	493
Chlorophyta	<i>Cosmarium sp.</i>	274	0	0	0	0	0	274
	<i>Tetraselmis sp.</i>	411	308	0	27	137	0	883
Bacillariophyta	<i>Alveus marinus</i>	46	0	0	0	0	0	46
	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	365	0	0	0	0	0	365
	<i>Asteromphalus sarcophagus</i>	68	0	0	0	27	0	95
	<i>Cerataulina pelagica</i>	0	0	0	0	0	164	164
	<i>Chaetoceros affinis</i>	137	0	0	0	0	0	137
	<i>Chaetoceros affinis var. willei</i>	274	0	0	0	0	0	274
	<i>Chaetoceros compressus</i>	6004	0	205	82	0	164	6455

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Chaetoceros convolutus</i>	0	0	0	0	82	0	82
	<i>Chaetoceros decipiens</i>	137	0	0	0	0	0	137
	<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Chaetoceros difficilis</i>	228	0	0	0	0	0	228
	<i>Chaetoceros diversus</i>	0	0	0	0	0	82	82
	<i>Chaetoceros holsaticus</i>	0	0	0	0	0	137	137
	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	183	0	171	0	0	82	436
	<i>Chaetoceros messanensis</i>	0	0	0	0	0	82	82
	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	126	0	34	0	27	192	379
	<i>Chaetoceros sp.</i>	183	0	0	0	0	0	183
	<i>Corethron criophilum</i>	1268	0	0	34	0	0	1302
	<i>Coscinodiscus lineatus</i>	171	0	0	0	0	0	171

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Coscinodiscus nodulifer</i>	34	0	0	0	0	0	34
	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	34	0	0	0	0	27	61
	<i>Coscinodiscus sp. (medium)</i>	0	0	0	0	165	0	165
	<i>Cyclotella sp.</i>	46	0	0	0	0	0	46
	<i>Cylindrotheca closterium</i>	7489	308	445	27	2548	959	11776
	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	205	0	171	89	55	274	794
	<i>Guinardia striata</i>	411	0	0	0	0	27	438
	<i>Haslea cf. wawrikan</i>	274	0	0	0	54	55	383
	<i>Hemiaulus hauckii</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Hemiaulus membranaceus</i>	183	0	0	0	0	82	265
	<i>Leptocylindrus danicus</i>	3379	251	0	68	110	357	4165
	<i>Leptocylindrus minimus</i>	1508	0	0	0	0	82	1590

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Licmophora abbreviata</i>	0	80	0	0	27	54	161
	<i>Licmophora sp.</i>	46	0	0	0	0	0	46
	<i>Mastogloia capitata var. lanceolata</i>	91	34	205	55	27	356	768
	<i>Mastogloia rostrata</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Navicula sp. (small)</i>	137	0	0	0	0	0	137
	<i>Nitzschia fusiformis</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Nitzschia longissima</i>	936	103	68	0	247	0	1354
	<i>Nitzschia microcephala</i>	0	0	0	82	192	959	1233
	<i>Nitzschia nana</i>	91	0	0	0	0	0	91
	<i>Nitzschia sícula</i>	446	0	171	68	0	27	712
	<i>Nitzschia sp. (large)</i>	0	0	0	27	0	0	27
	<i>Nitzschia sp. (small)</i>	91	0	0	137	247	191	666

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Pseudo-nitzschia cf. pungens</i>	91	0	0	0	0	55	146
	<i>Pseudo-Nitzschia sp. (large)</i>	0	0	0	0	0	110	110
	<i>Pseudo-nitzschia sp. (medium)</i>	3973	0	68	0	1205	850	6096
	<i>Pseudo-nitzschia sp. (small)</i>	844	0	0	0	356	0	1200
	<i>Pseudoeunotia doliolus</i>	320	0	0	164	137	0	621
	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	593	0	137	0	27	27	784
	<i>Rhizololenia alata</i>	0	0	34	0	0	0	34
	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0	0	0	0	0	110	110
	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	182	0	0	0	0	0	182
	<i>Rhizosolenia setigera</i>	1232	0	103	0	82	165	1582
	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	46	0	34	0	0	27	107

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Skeletonema costatum</i>	913	0	0	0	54	0	967
	<i>Striatella delicatula</i>	0	0	0	0	27	0	27
	<i>Striatella unipunctata</i>	0	0	0	0	0	54	54
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3620	34	0	0	27	0	3681
	<i>Thalassiosira cf. excentrica</i>	274	0	0	0	0	0	274
	<i>Thalassiothrix delicatula</i>	46	0	0	0	0	164	210
	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	34	0	0	0	0	0	34
Cryptophyta	<i>Cryptomonas caudata</i>	183	91	0	0	0	0	274
	<i>Cryptomonas sp.</i>	46	0	0	0	0	0	46
	<i>Hillea cf. fusiformis</i>	274	183	0	0	0	0	457
	<i>Hillea cf. marina</i>	320	125	34	27	0	0	506
	Cryptomonadaceae	34	320	34	0	0	0	388

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
Pyrrophyta	<i>Amphidinium acutum</i>	1301	1416	274	350	822	548	4711
	<i>Amphidinium cf. extensum</i>	92	80	34	34	0	0	240
	<i>Amphidinium globosum</i>	0	103	34	34	55	0	226
	<i>Amphidinium cf. hyalinum</i>	0	68	0	55	0	0	123
	<i>Amphidinium sp.</i>	730	1016	137	123	81	164	2251
	<i>Amphidinium cf. sphenoides</i>	0	68	0	0	0	0	68
	<i>Ceratium fusus</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Ceratium tripos</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Dinophysis sphaerica</i>	0	0	34	0	0	0	34
	<i>Exuviaella pusilla</i>	353	102	68	55	384	82	1044
	<i>Exuviaella vaginula</i>	366	0	137	95	247	54	899
	<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	0	0	0	55	55

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Gonyaulax sp. (medio)</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Gymnodinium fusus</i>	0	0	102	0	0	0	102
	<i>Gymnodinium rotundatum</i>	137	0	0	0	0	0	137
	<i>Gymnodinium sp. (medio)</i>	46	0	68	0	27	0	141
	<i>Gymnodinium sp. (pequeño)</i>	4955	4611	2294	1062	2657	2384	17963
	<i>Histioneis hialina</i>	0	0	0	27	0	0	27
	<i>Karenia cf. Papilionácea</i>	0	68	0	0	27	0	95
	<i>Mesoporos perforatus</i>	0	0	0	0	27	0	27
	<i>Oxytoxum cf. Laticeps</i>	183	171	34	123	55	220	786
	<i>Oxytoxum sceptrum</i>	0	0	0	27	0	0	27
	<i>Oxytoxum sp.</i>	0	159	0	0	109	54	322
	<i>Oxytoxum sphaeroideum</i>	0	0	0	89	55	0	144

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Oxytoxum tessellatum</i>	0	0	0	0	27	0	27
	<i>Porella perforata</i>	0	0	68	0	0	0	68
	<i>Pronoctiluca acuta</i>	0	0	34	0	0	0	34
	<i>Pronoctiluca pelágica</i>	46	0	34	0	0	0	80
	<i>Pronoctiluca spinifera</i>	46	0	0	0	0	0	46
	<i>Prorocentrum compressum</i>	46	46	0	68	0	0	160
	<i>Prorocentrum gracile</i>	0	34	0	0	0	0	34
	<i>Prorocentrum máximo</i>	0	0	0	0	0	55	55
	<i>Prorocentrum mínimo</i>	137	0	0	0	0	137	274
	<i>Protoperidinium brevipes</i>	354	479	205	82	274	412	1806
	<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	0	0	0	27	27
	<i>Protoperidinium cf. minutum</i>	0	34	0	0	0	0	34

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Filo	Nombre científico	Puntos de muestreo (unidad cel/l)						
		PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	Total
	<i>Protoperidinium quarnerense</i>	0	0	34	34	0	27	95
	<i>Protoperidinium sp. (medio)</i>	0	0	34	0	27	54	115
	<i>Protoperidinium sp. (pequeño)</i>	34	171	137	68	302	191	903
	<i>Protoperidinium tuba</i>	137	46	0	0	27	82	292
	Poder definir género y especie	91	0	0	0	0	0	91
Silicoflagellates	<i>Dictyocha fibula</i>	80	0	0	0	0	0	80
	<i>Octactis pulchra</i>	137	0	0	0	27	0	164
Miscellaneous	<i>Solenicola setigera</i>	7169	6701	3424	1418	1643	4383	24738
Total (cel/l)		60871	17849	1026	5828	1503	1785	
				4		5	5	
Especies No. = 115		178	54	56	44	80	102	

De la tabla anterior, es importante tener en cuenta que los organismos que figuran como *Solenicola setigera* son flagelados epífitas que se encuentran generalmente en racimos en las bandas de la cintura de las diatomeas *Dactyliosolen mediterraneus* y *Leptocylindrus danicus*. Se clasifican como protistas, pero no se consideran generalmente algas. Se incluyeron en las enumeraciones de muestra, ya que pueden ser numerosas en algunas muestras. Algunos organismos se quedaron a nivel de género, porque no fue posible visualizar características principales claramente en las cámaras de recuento. De igual forma, 91 cel/l no pudieron ser identificadas a nivel de género y mucho menos de especie, como fue el caso de Pyrrophyta; y 388 cel/l fue para el caso de Cryptophyta.

❖ **Dominancia**

De la tabla anterior, se tiene que el filo Bacillariophyta fue el más dominante con 62 especies, seguido del filo Pyrrophyta con 41 especies. Dichos resultados corresponden al Área de Referencia del proyecto. A continuación, se presentan las características más relevantes que definen a cada filo, así como los resultados obtenidos en campo, según el filo al que pertenecen.

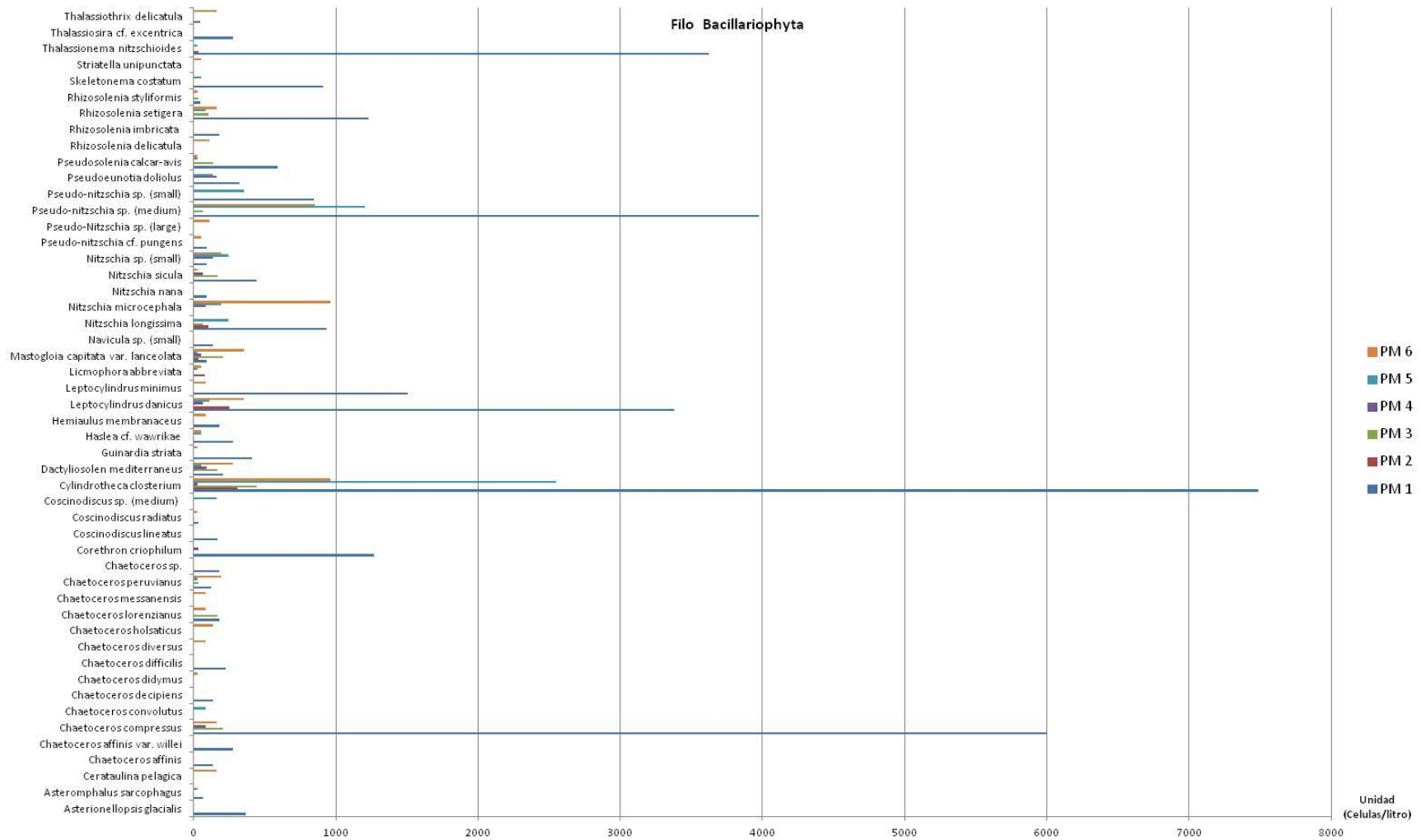
Filo Bacillariophyta

Las diatomeas son algas unicelulares microscópicas. Conocidas también como Bacillariophyceae; son uno de los más comunes tipos de fitoplancton. Muchas diatomeas son unicelulares, cuyo tamaño oscila entre 2 y 4 milímetros, provistas de una membrana externa impregnada de sílice (dióxido de silicio hidratado), denominada frústula, constituida por dos valvas (característica del grupo), aunque algunas de ellas pueden existir como colonias en forma de filamentos o cintas (e.g. Fragillaria), abanicos (e.g. Meridion), zigzags (e.g. Tabellaria) o colonias estrelladas (e.g. Asterionella).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Por sus características y requerimientos, se les considera las únicas algas verdaderas (son estrictamente autótrofos); tienen una amplia distribución mundial y constituyen el grupo más importante del fitoplancton debido a que representan cerca del 90% de la productividad de los sistemas. Bajo condiciones normales, siempre predominan por sobre los otros grupos, ya que se ven especialmente favorecidas por los eventos de surgencias que aportan aguas frías y ricas en nutrientes hacia la superficie (Véase la siguiente figura).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Figura IV. 812. **Gráfico que muestra la dominancia de especies dentro del filo Bacillariophyta.**

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Derivado de la figura anterior, se puede apreciar que la especie más dominante dentro de las Bacillariophytas, fue *Cylindrotheca closterium* con valores de 11,776 cel/l, misma que estuvo presente en los 6 Puntos de Muestreo (PM) y con mayores valores en el Punto de Muestreo (PM1) correspondiente a las surgencias (Ver listado de especies).

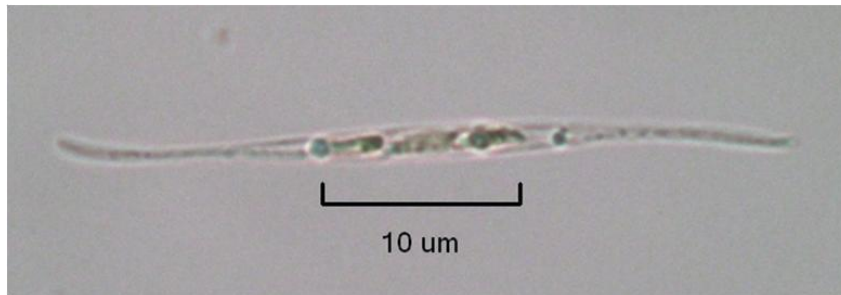


Figura IV. 823. *Cylindrotheca closterium*.

Filo Pyrrophyta

Se conocen comúnmente como dinoflagelados. Poseen dos flagelos en forma de látigo: un flagelo le da la vuelta a la célula, mientras que el otro se proyecta desde atrás, lo cual les proporcionan movilidad; pocos carecen de flagelos; primordialmente habitan en los océanos; muchas especies son bioluminiscentes. Algunas especies son heterótrofas; obtienen su alimento a través de la ingestión de otras células o partículas de materia orgánica, y otras especies forman asociaciones simbióticas con otros organismos tales como esponjas, anémonas, pulpos y corales. Cuando son simbioses, sus células se denominan Zooxanthellae.

Algunas otras especies de dinoflagelados, entre ellas las del género *Gymnodinium*, son las causantes de lo que se conoce como mareas rojas. Estas especies tienen un pigmento rojo que ayuda en la captación de luz solar para la fotosíntesis. Adicionalmente tiene compuestos tóxicos. Cuando las condiciones ambientales son propicias para el crecimiento de estas algas, puede haber una sobrepoblación, lo que

causa una mortandad de los peces que las consumen. En general las condiciones para la sobrepoblación son: aumento de la temperatura del aire, alto contenido de nutrientes y disminución en la salinidad. El agua se torna rojiza por los pigmentos que poseen los dinoflagelados. Como consecuencia, algunos organismos no consumen las algas pero sí se ven afectados por el taponamiento de las agallas o por la disminución del oxígeno causado por la descomposición de los dinoflagelados.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

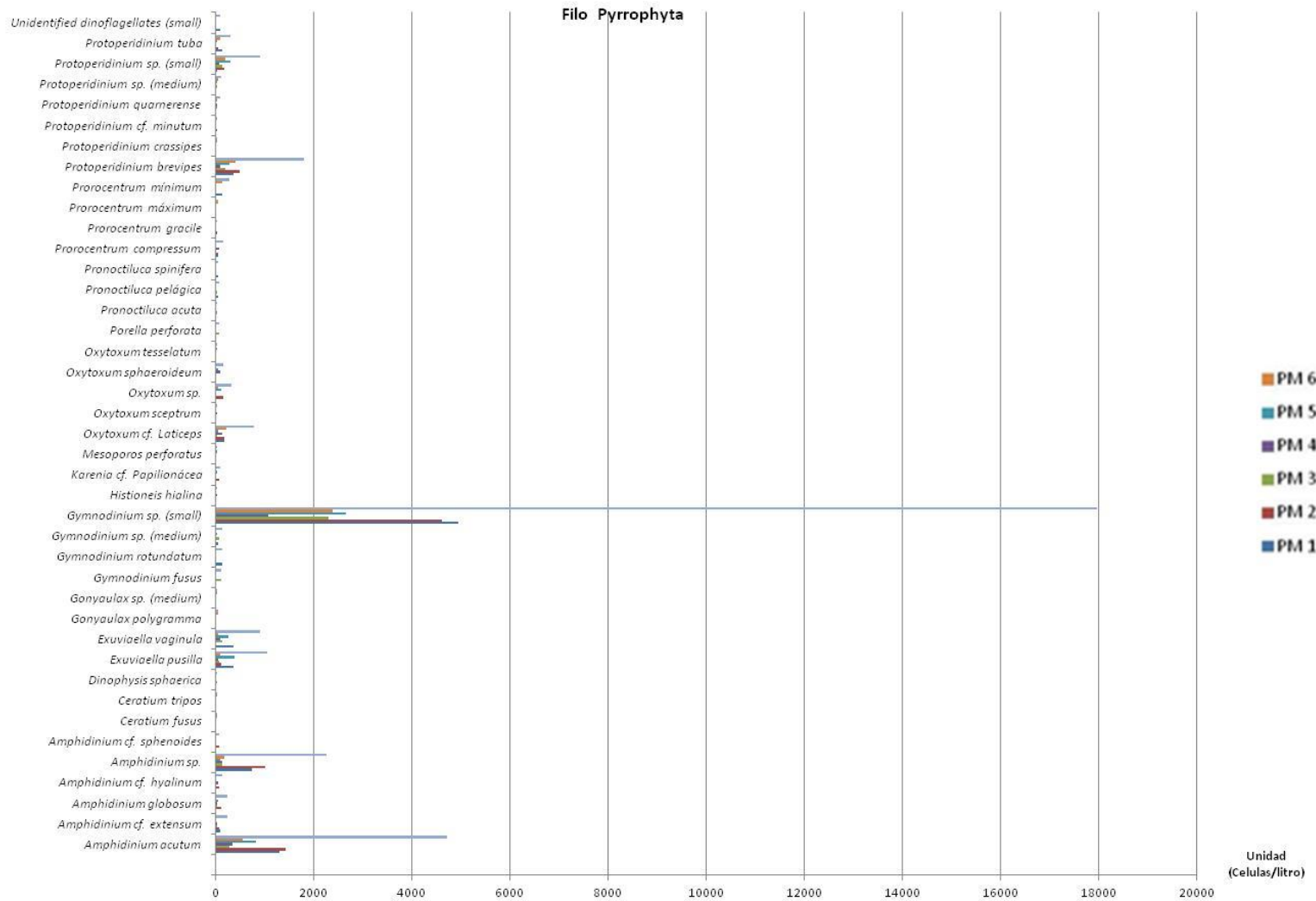


Figura IV. 834. Grafico que muestre la abundancia de especies dentro del filo Pyrrophyta.

Derivado de la figura anterior, se puede apreciar que la especie más dominante del filo Pyrrophyta fue *Gymnodinium sp.*, con valores de 17,963 cel/l, misma que estuvo presente en los seis puntos de muestreo y con mayores valores en el Punto de Muestreo (PM1) correspondiente en las surgencias (Ver listado de especies).



Figura IV. 845. *Gymnodinium sp.*

Derivado de los muestreos en campo, se obtuvieron valores menores de dominancia para los filos restantes (Cyanophyta, Chlorophyta, Cyptophyta y Silicoflagellates). Sin embargo, a continuación se hace una breve descripción de las características que definen a cada uno.

Filo Cyanophyta

Las cianobacterias son un filo de moneras microorganismos procarióticos, puesto que carecen de membrana nuclear. También se llaman cianofíceas o algas verde-azuladas, debido a que poseen sustancias fotosintéticas del tipo de la clorofila y ficocianina, un pigmento de color azulado. Son organismos uni o pluricelulares. Tras su reproducción, es frecuente que las células hijas queden unidas por filamentos. Son mayormente acuáticas con un amplio rango de salinidad y temperatura, pero mayormente en agua dulce.

Filo Chlorophyta

Denominadas algas verdes, la mayoría crece en aguas dulces, aunque algunas se encuentran presentes en ecosistemas marinos; la mayoría son multicelulares, pero existen algunas unicelulares. Algunas algas verdes son filamentosas y otras forman colonias; almacenan su alimento como almidón.

Filo Cryptophyta

Llamadas comúnmente Criptomonas, es un grupo pequeño de organismos con 24 géneros que se encuentran en aguas marinas y continentales. Son organismos unicelulares desnudos, con dos flagelos casi iguales que presentan barbulas; en el más corto, están organizadas en una fila, pero en el más largo lo están en dos. Pueden aparecer en estados palmeloides o cocoides. Algunas especies forman zooxantelas, es decir viven como simbióticas de animales.

Entre los géneros más conocidos se encuentran las Cryptomonas, que viven en aguas mesotróficas, y Rhodomonas en aguas dulces y marinas.

Filo Silicoflagellates

Por lo general son tratados como una orden, llamada los Dictyochales por los botánicos y el Silicoflagellida por los zoólogos. Hay un género vivo, Dictyocha, con dos especies comúnmente reconocidas. También hay varios géneros extintos. La Dictyocha tiene un marrón dorado cloroplasto y un largo flagelo extendido en forma de ala. La estructura de la célula coloca a los silicoflagelados en un grupo llamado los axodines; son fotosintéticos y heterótrofos. Sus esqueletos de sílice internos se componen de una red de barras, y se asemejan a las de radiolarios pero son generalmente mucho menos complejos. Los esqueletos de los silicoflagelados generalmente comprenden 1-2% del componente silíceo de sedimentos marinos; por lo tanto, son mucho menos abundantes que las diatomeas. Sin embargo, están ampliamente distribuidos en los océanos del mundo.

IV.5.2.5.4. Resultados de Zooplancton

Riqueza

En cuanto al zooplancton, se obtuvo una riqueza total de 187 posibles especies (ya que en muchos casos sólo se pudo identificar hasta género), pertenecientes a 73 géneros (Ver siguiente Figura).

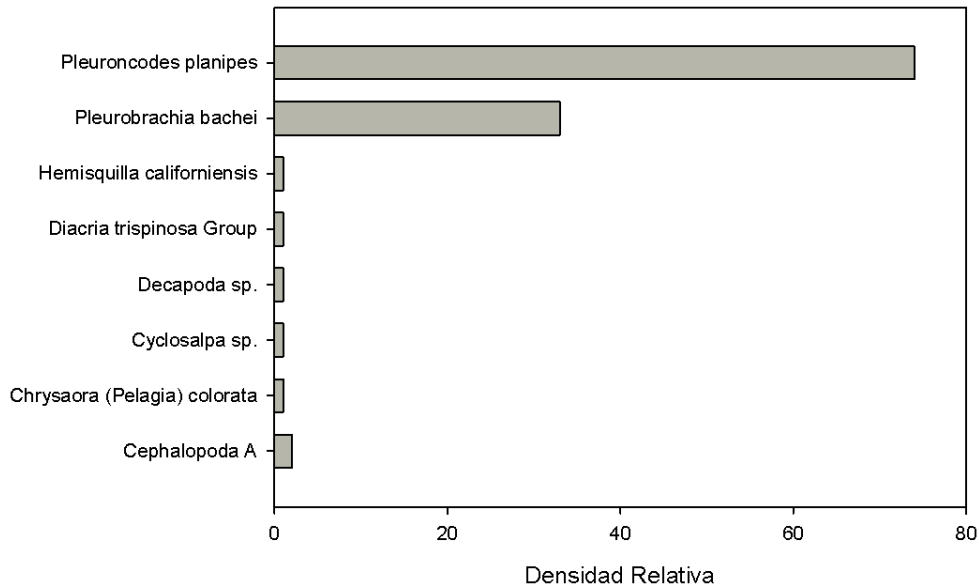


Figura IV. 856. Principales organismos del zooplancton identificados en campo.

La riqueza específica fue de 114, mientras que la abundancia relativa o diversidad, calculada como biodiversidad específica o índice de Shanon, fue de 0.91. El índice de Margalef fue de 1.47. En este caso se tienen valores bajos; baja diversidad y baja riqueza.

Lavaniegos *et al.* (2010), encuentran que son 17 grandes taxa del holozooplancton (medusas, sifonóforos, ctenóforos, quetognatos, terópodos, heterópodos, poliquetos

pelágicos, cladoceros, ostracodos, copepodos, anfípodos hiperidos, eufáusidos, decápodos, apendicularias, doliolidos, salpas y pirosoomas) y siete del meroplancton (cefalópodos, larvas de poliqueto, larvas de cirripedio, estomatopodos, larvas de equinodermo, huevos y larvas de peces) y el zooplancton reporta una dependencia de los eventos estacionales y de El Niño y La Niña.

IV.5.2.5.5. Resultados de Epifauna

Riqueza

Los principales grupos de la epifauna estuvieron compuestos por Porífera, Cnidaria, Nematoda, Nemertea, Mollusca-Bivalvia, Mollusca-Gastropoda, Mollusca-Polyplacophora, Arthropoda-Amphipoda, Arthropoda-Decapoda, Arthropoda-Isopoda, Arthropoda-Mysidacea, Annelida-Oligochaeta, Annelida-Polychaeta, Bryozoa-Ectoprocta, Lophophorata-Phoronida, Chordata y Sipuncula (Ver siguiente Figura).

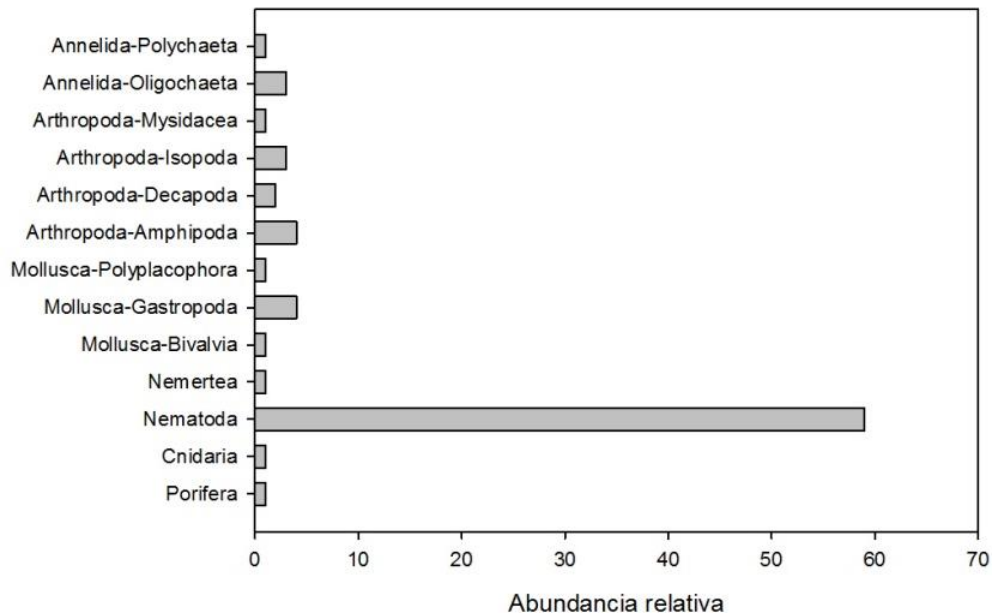


Figura IV. 86. Principales grupos de la epifauna identificados en campo.

Los nematoda es el grupo dominante. El índice de Shanon es de 10.44, mientras que el índice de Margales fue 13.88; en ambos casos, se tuvo una gran abundancia y riqueza. La descripción detallada de la epifauna encontrada se muestra en el Anexo 1.

IV.5.2.5.6 Resultados de Infauna

Riqueza

La infauna estuvo compuesta por Cnidaria, Kinorhyncha, Nematoda, Nemertea, Mollusca-Bivalvia, Mollusca-Gastropoda, Mollusca-Nudibranchia, Crustacea-Amphipoda, Crustacea-Decapoda, Crustacea-Isopoda, Crustacea-Mysidacea, Crustacea-Maxillopoda, Annelida-Oligochaeta, Annelida-Polychaeta, Echinodermata-Holothuroidea, Phoronida, Chordata (Ver siguiente Figura).

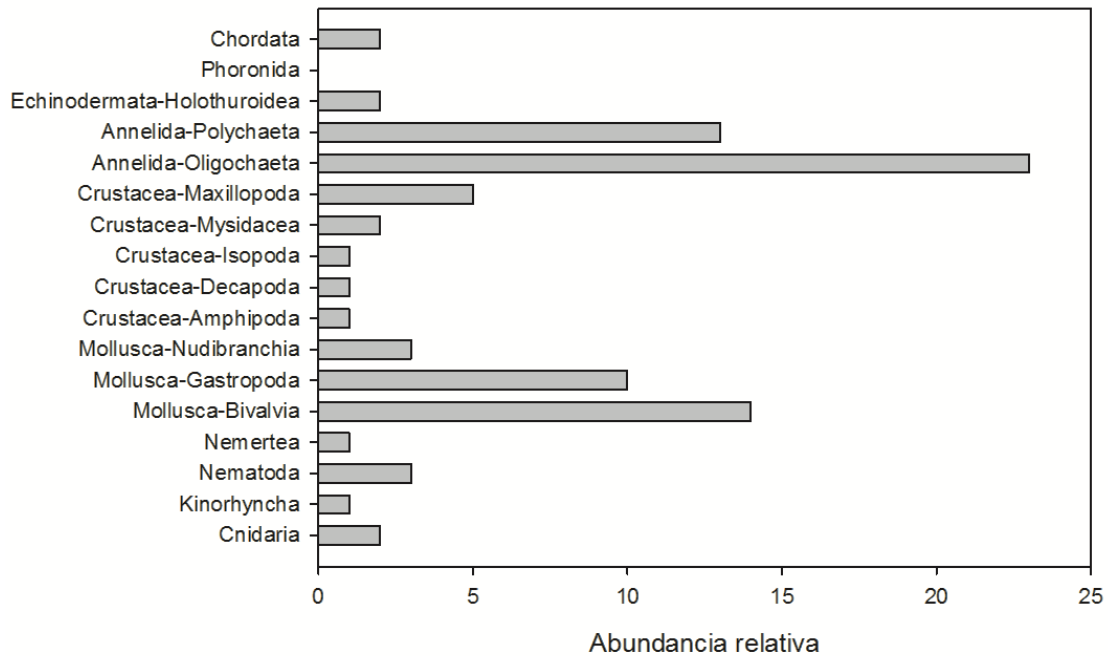


Figura IV. 87. Principales grupos de la infauna identificada en campo.

Annelida-Oligochaeta fue la más abundante, seguida por mollusca-bivalvia. El índice de Shanon fue de 3.63 y el de Margalef dió 11.91, indicando una alta riqueza y abundancia. La descripción detallada se da en el Anexo 1.

En todos los casos, la identificación y conteo de organismos se efectuó a partir de la captura con redes, apoyándose en videograbaciones para cubrir un área mayor y tener una mejor representatividad de las poblaciones presentes.

La mayoría de los holotúridos (pepinos de mar) se encontraron a profundidades mayores a 150 m, por debajo de la profundidad de interés del proyecto. Dentro del área de dragado, la diversidad y abundancia fueron muy bajas observándose en las videograbaciones de campos desiertos en la mayoría de ellas (Figura IV. 88); se tomaron muestras para su identificación (Figura IV. 89).



Figura IV. 88. **Campo de holotúridos (pepinos de mar).**

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

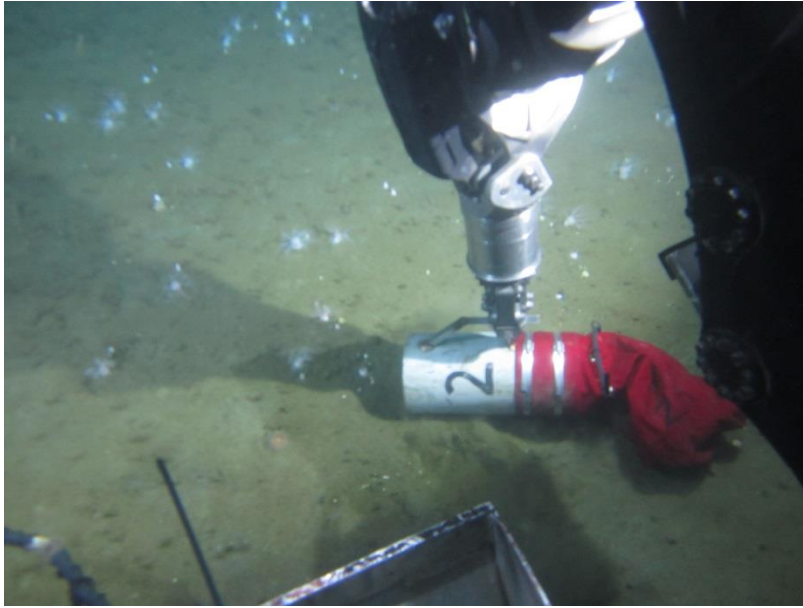


Figura IV. 89. **Obtención de muestras de holotúridos para su identificación.**



Figura IV. 901. **Imagen de peces plumas obtenida en la región próxima al talud.**



Figura IV. 912. **Micro ambiente con alta diversidad en torno a una roca cerca de la costa de punta San Lázaro, se puede observar la presencia de gorgonáceas en el lugar.**

IV.5.2.5.7 Relación entre el medio físico y los recursos biológicos

Las imágenes capturadas con la cámara montada en el vehículo submarino a control remoto (Remotely Operated Vehicles, ROV) o ROV, evidencian para la zona de trabajo las marcadas diferencias entre las zonas ambientales de la Bahía de Ulloa, que confirman el análisis de las variables y parámetros antes mencionados y su agrupamiento por afinidad o diferencia. Mediante un modelo de conglomerados se pudieron establecer áreas de condiciones ambientales similares. El corte en el primer cuarto del dendograma nos da la estructura de los biotopos básicos (Figura IV. 923).

En este nivel la bahía se separa en tres regiones en forma de bandas paralelas a la costa que se subdividen en otras más pequeñas. Estos ambientes están definidos en función de la estructura sedimentaria, ya que a este nivel ésta fue la variable que tuvo el mayor peso.

Haciendo un corte a la mitad del árbol de agrupamiento las pequeñas regiones se agrupan y se forma la estructura en bandas, aquí se refleja una combinación de variable como es el tipo de sedimentos y las corrientes costeras, estas dos variables arrastran por su peso, la distribución y abundancia de los organismos planctónicos, nótese que esta distribución se asemeja fuertemente a la presentada por la cuenca San Lázaro y sus partes externa e internas.

A tres cuartos de la altura del dendograma el golfo se comporta como una sola unidad con sus fronteras en punta Eugenia y punta San Lázaro, al norte y al sur respectivamente, mar afuera queda limitado por el borde del talud continental que es a su vez el límite exterior del giro ciclónico.

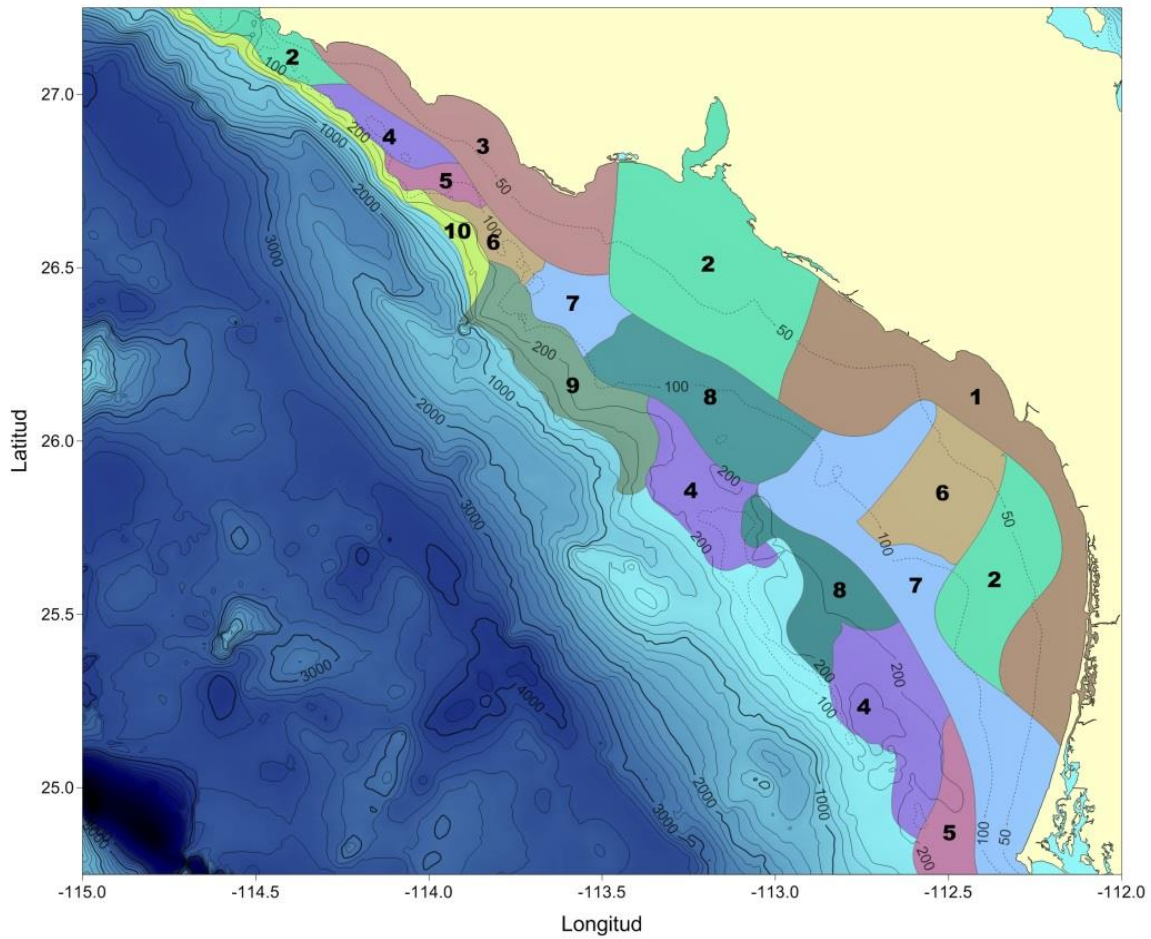


Figura IV. 923. Definición de biotopos básicos obtenidos de un análisis de conglomerados con corte en el primer cuarto.

En la Figura IV. 934 se separa la zona costera de golfo ya que si bien ésta forma parte del SAR, tiene características ambientales ligeramente diferentes, alta energía del oleaje, fondos arenosos, efectos de marea significativos, entre otros, que hacen que sea analizado con otros métodos.

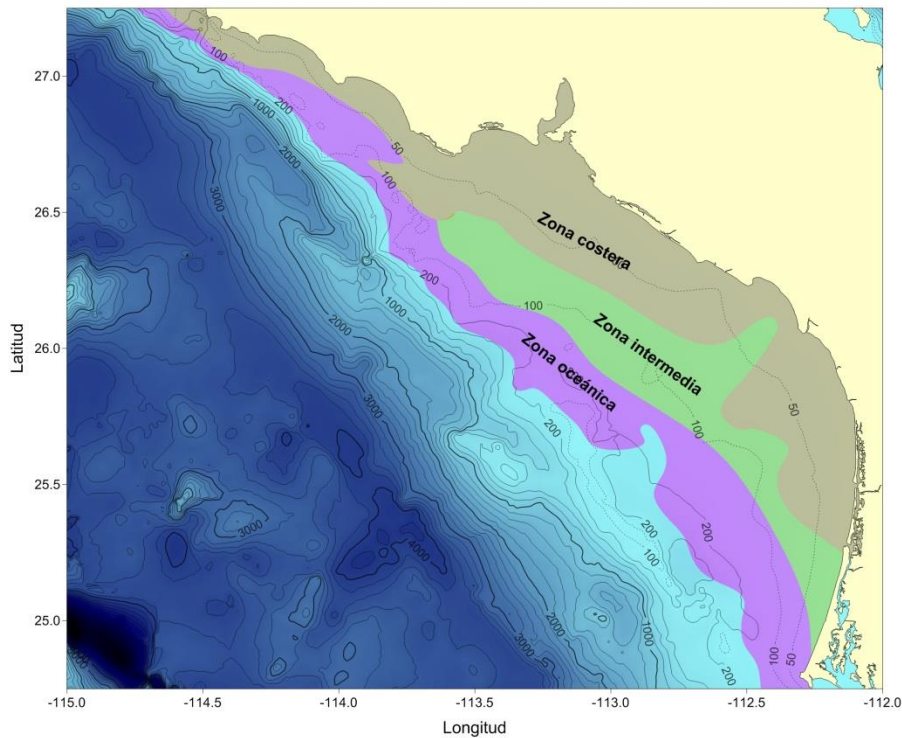


Figura IV. 934. **Distribución de ambientes obtenidos con corte a la mitad del dendograma. Obsérvese que la zona intermedia corresponde a la región de la cuenca de San Lázaro.**

La regiones ecológicas 2 y 5 de la Figura IV. 945, presentan la mayor diversidad, en estas zonas se encuentran ambientes que incluyen regiones de fondo rocoso con áreas de sedimentos tipo limo-arenas, la Figura IV. 956 muestra una imagen característica de este tipo de ambientes.

Este tipo de ambientes es propicio para el establecimiento de algunas gorgonaceas, como las que se alcanzan a observar en la Figura IV. 947. La diversidad en estos ambientes tiende a ser alta, aunque la abundancia no es significativamente grande, como se ha reportado para estos ecosistemas en la literatura científica (Eleftheriou, 2013)¹².

¹² Eleftheriou A. (2013) Methods for the study of marine benthos. Cuarta Edición. Wiley Blackwell, Reino Unido, 477 p.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

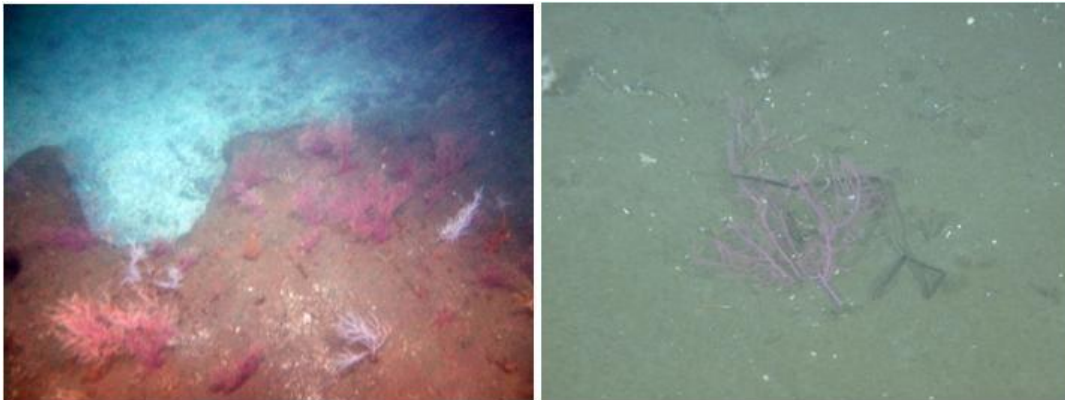


Figura IV. 945. Gorgonaceas encontradas en las regiones norte y sur. Nótese el sustrato rocoso en la figura del panel izquierdo y en la imagen de la figura del panel derecho el ambiente limo-arenoso. En la imagen de la derecha se observa una gorgonacea desprendida de su ambiente rocoso.

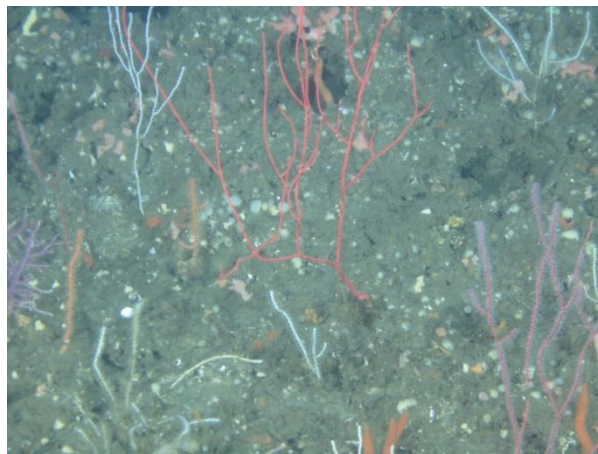


Figura IV. 956. Ambiente costero al norte y al sur en el Golfo de Ulloa. El sustrato está compuesto de una capa de lodo-arenoso delgado y de bajo de esto de roca. Nótese la cantidad de conchas sin organismos, resultado del transporte litoral de la zona de playa rocosa hacia el mar.

La región representa un ambiente litoral de alta energía, con transporte de conchas y arenas gruesas, las arenas finas y lodos son removidos por el oleaje y las corrientes litorales. En términos generales se puede decir que estas regiones son las más ricas en cuanto a diversidad de organismos marinos en toda la Bahía de Ulloa. Fuera de estas

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

regiones hacia mar abierto, el fondo cambia a una estructura dominada por arena-limo y la frecuencia de aparición de organismos como las gorgonaceas se va haciendo menor. El mapa de biotopos se puede ver en el diagrama de la Figura IV. 96, a la que se asocia la secuencia de imágenes de la Figura IV. 97.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

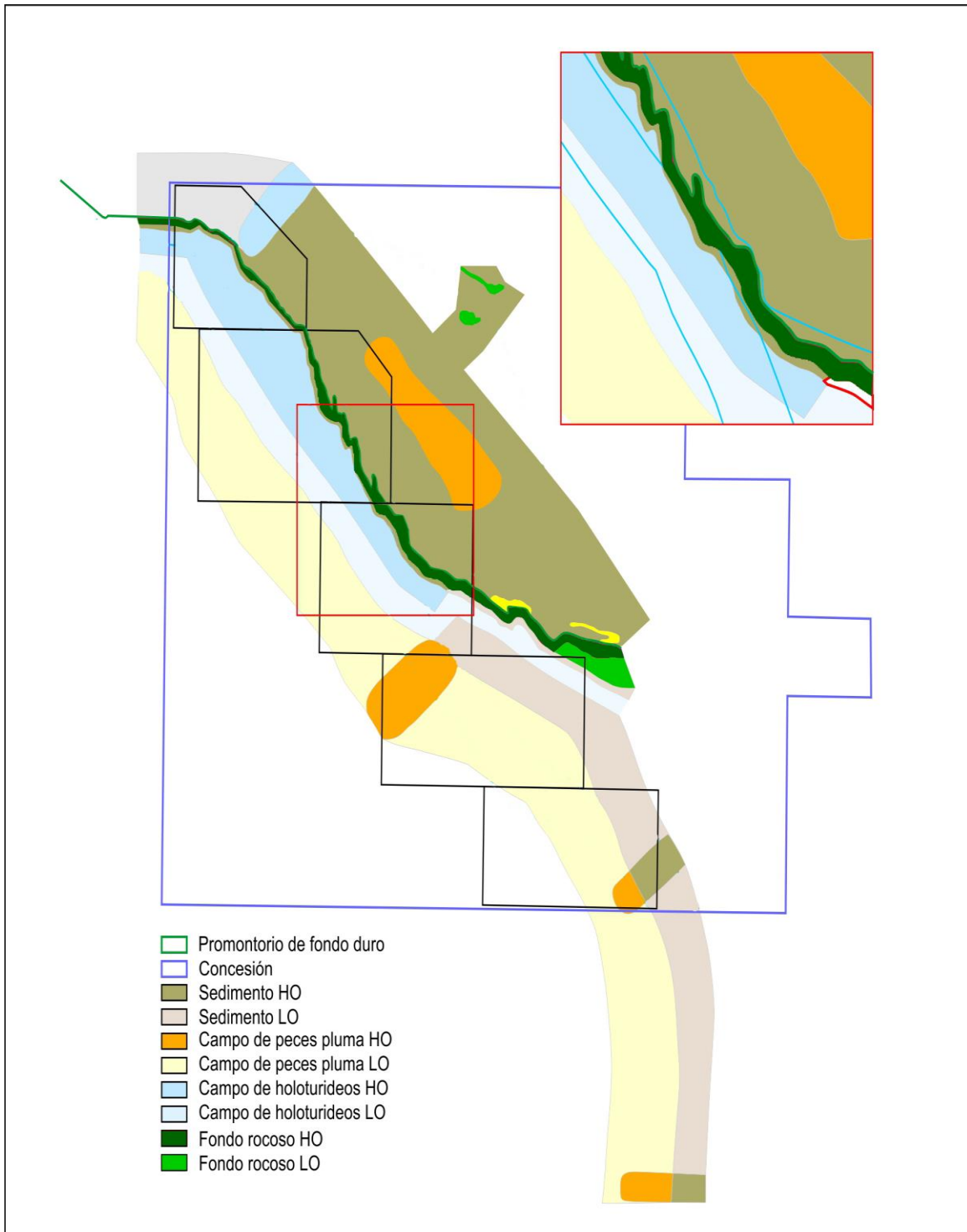


Figura IV. 96. Diagrama que muestra los diferentes biotopos identificados y su relación con la concesión en general y los cinco polígonos de trabajo diseñados. La figura cuadrangular roja muestra el área ampliada.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

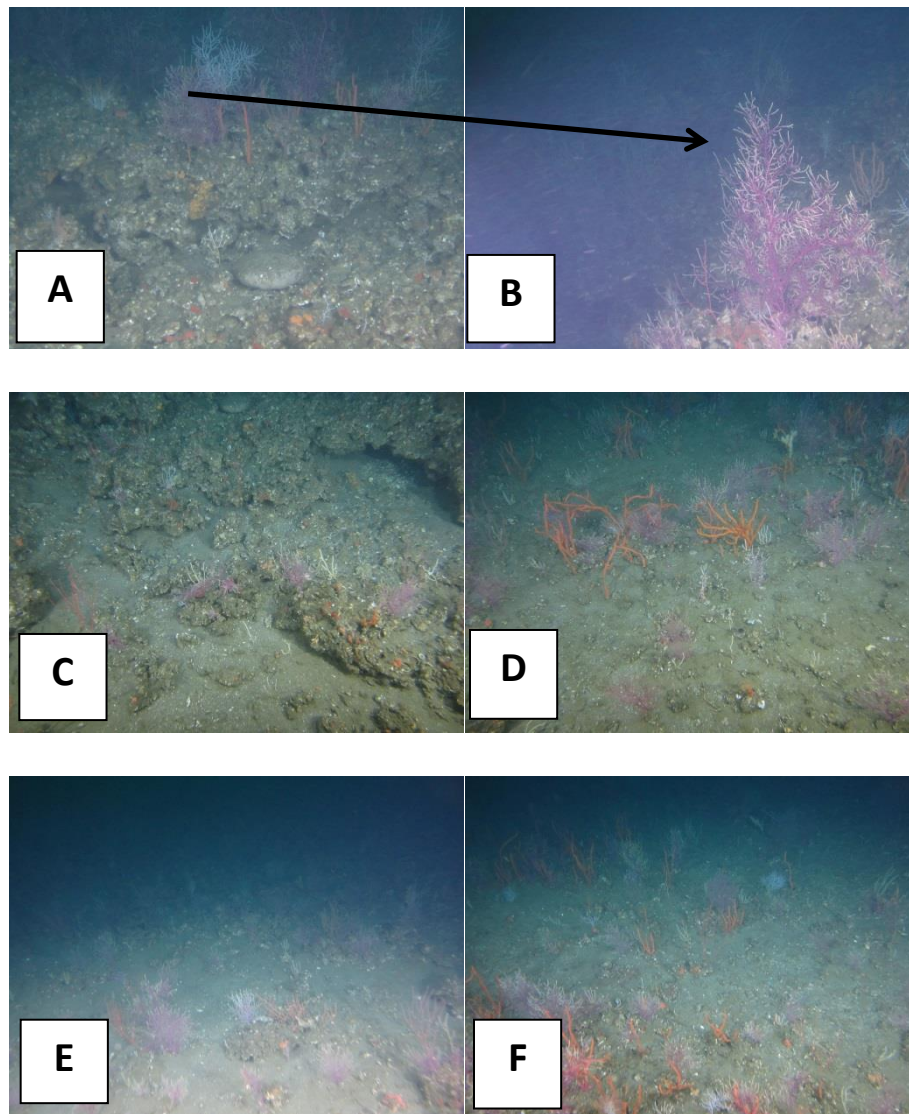


Figura IV. 97. Imágenes de la zona norte y sur próxima a la playa rocosa. La figura A muestra la distribución de organismos en un sustrato rocoso, la figura B es un acercamiento de las gorgonaceas de la figura A, la figura C es una toma de la misma zona desde otro ángulo y la figura D es un acercamiento de la región pero de la parte hacia el mar, fuera de la zona rocosa y que no aparece en la figura A. Las imágenes de las figuras E y F fueron tomadas hacia la parte de mar desde la imagen de la figura A.

Es interesante observar como conforme se aleja de la región del sustrato rocoso, la diversidad se va volviendo menor (Figura IV. 98), esto es la estructura sedimentaria es determinante en la distribución y abundancia de los organismos bentónicos (Eleftheriou, 2013) ¹³.



Figura IV. 98. **Distribución y abundancia de organismos bentónicos en los biotopos 7 y 8.**

En la figura anterior se observa como, a medida que el fondo se vuelve más limoso la diversidad y abundancia de los organismos decrece fuertemente. Esta situación no es algo nuevo, es el comportamiento normal de los sistemas marinos. En las regiones profundas los organismos bentónicos de mayor tamaño se vuelven raros y la diversidad es dominada por los organismos pequeños, como las bacterias. En la zona de interés del proyecto las condiciones no siguen la estructura descrita anteriormente ya que el exceso de fósforo se convierte en una limitante para el crecimiento de la mayoría de los organismos, convirtiendo la zona es un desierto, como se mostrará más adelante.

¹³ Eleftheriou A. (2013) Methods for the study of marine benthos. Cuarta Edición. Wiley Blackwell, Reino Unido, 477 p.

Hacia las fronteras de los biotopos 6 y 7, mar adentro, el fondo se vuelve limoso y la plantas bentónicas prácticamente desaparecen (Figura IV. 990), los organismos dominantes son principalmente crustáceos, con algunos peces (Figura IV. 1001), los llamados localmente peces vampiro, sin embargo la abundancia baja considerablemente. Las Figuras Figura IV. 990-A y Figura IV. 990-B se tomaron en la región más cercana a la costa, se puede ver en estos casos que la abundancia de crustáceos es alta, pero conforme se aproxima a la zona de interés o se va mar adentro, la abundancia decae como vemos en las Figura IV. 990-C y Figura IV. 990-D.

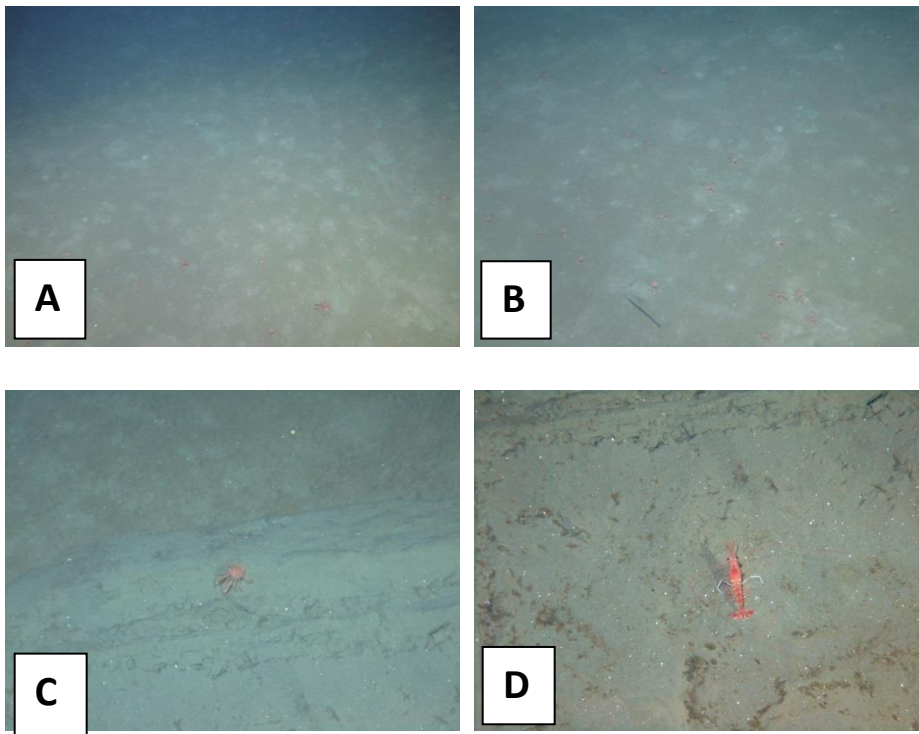


Figura IV. 990. Características de las fronteras de los biotopos 6 y 7, mar adentro, fondo limoso, ausencia de plantas bentónicas, organismos dominantes crustáceos con una baja considerable de su abundancia.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

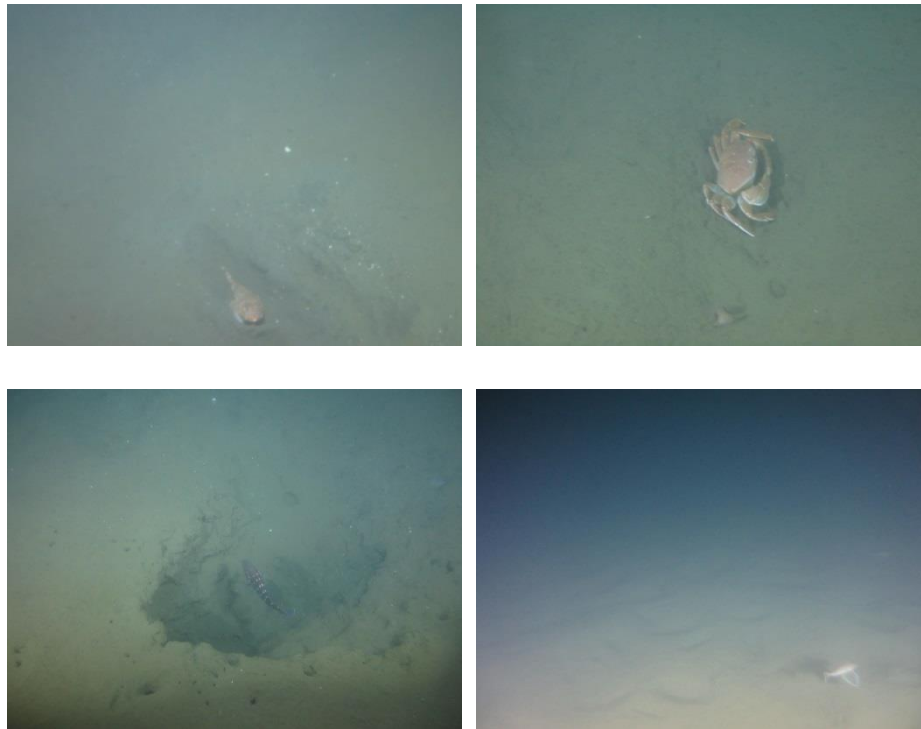


Figura IV. 1001. **Peces y cangrejo de las zonas 6 y 7.**

La región de interés para el proyecto se caracteriza por una ausencia de organismos casi total (Figura IV. 1012), el alto nivel de fosforo en los sedimentos impide que éstos se establezcan.

En la zona de interés del proyecto, el área prioritaria para el dragado, el sedimento es de tipo limoso, con marcada ausencia de organismos bentónicos. Esta región es conocida entre los pescadores de la Bahía de Ulloa como la zona de los lodos (Figura IV. 1012).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura IV. 1012. Imagen de la zona de interés para el dragado. La región está caracterizada por este tipo de ambientes, fundamentalmente con ausencia notable de organismos debido al alto contenido en fósforo.

En la parte externa de la Bahía de Ulloa (SAR), hacia el borde del talud, se recupera la abundancia pero no la diversidad de organismos. En este caso es notable la presencia de pepinos de mar blancos y de peces lápices, estos organismos tienen una distribución estacional y dependen de los aportes de las surgencias.

IV.5.2.5.8 Tortugas marinas

Cabe señalar que independientemente de los registros bibliográficos sobre el avistamiento de las tortugas, referido anteriormente. A continuación se muestran los resultados de los registros de avistamientos de tortugas durante la campaña oceanográfica realizada en el mes de agosto de 2013 en el SAR. En la Tabla IV. 16, se muestran algunos datos con respecto a esto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla IV. 16 **Reporte de tortugas observadas durante la campaña oceanográfica efectuada en campo.**

Fecha	Hora Local	Posición N	Posición E	Número	Especie	Comentario
1-Aug-13	5:24 PM	2859550.00	345300.00	1	Tortuga	Tortuga verde
4-Aug-13	2:03 PM	2880883.00	325610.00	1	Tortuga	Tortuga verde
9-Aug-13	2:15 PM	2851687.00	346571.00	1	Tortuga	Tortuga verde
13-Aug-13	12:06 PM	2810662.00	365767.00	1	Tortuga	Tortuga verde



Figura IV. 1023. **Registro de una caguama (*Caretta caretta*, Cheloniidae).**

IV.5.2.5.8 Mamíferos marinos

Para el SAR, se tuvieron varios avistamientos de Mamíferos marinos. La tabla siguiente, muestra los resultados obtenidos en campo.

Tabla IV. 17. **Reporte de Mamíferos marinos observados en campo.**

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Fecha	Hora Local	Posición N	Posición E	Número	Especie
1-Aug-13	5:29 PM	2859550.0000	345300.0000	1	Delfín
2-Aug-13	9:43 AM	2841942.0000	353971.0000	1	Delfín
3-Aug-13	5:46 AM	2882373.6100	321778.9700	1	Delfín
3-Aug-13	5:50 AM	2881998.2100	321427.2400	1	Delfín
3-Aug-13	6:14 AM	2882324.5900	321792.3200	1	Delfín
3-Aug-13	3:01 PM	2885463.0200	321914.6600	1	Delfín
3-Aug-13	2:17 PM	2884450.0000	321858.0000	1	Delfín
4-Aug-13	6:07 AM	2880486.4800	325239.4800	1	Delfín
4-Aug-13	6:24 AM	2881150.6000	325979.7500	1	Delfín
4-Aug-13	7:00 AM	2881796.0000	326747.9500	1	León marino
4-Aug-13	11:00 AM	2880550.0000	325220.0000	1	León marino
4-Aug-13	11:30 AM	2880028.0000	324577.0000	1	León marino
4-Aug-13	4:44 PM	2881937.0000	326557.0000	1	León marino
4-Aug-13	5:24 PM	2882166.0000	326735.0000	1	Delfín
4-Aug-13	5:26 AM	2882166.0000	326735.0000	1	Delfín
5-Aug-13	6:36 AM	2886465.6600	330550.6400	1	León marino
5-Aug-13	12:16 PM	2885055.0000	329100.0000	1	León marino
5-Aug-13	3:17 PM	2886407.0000	330380.0000	1	León marino
6-Aug-13	5:23 PM	2878027.0000	349207.0000	1	Delfín

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Fecha	Hora Local	Posición N	Posición E	Número	Especie
6-Aug-13	5:33 PM	2877967.0000	349123.0000	1	Delfín
6-Aug-13	6:30 PM	2877768.0000	348869.0000	1	León marino
7-Aug-13	8:05 AM	2875530.0000	346339.0000	1	Delfín
7-Aug-13	8:15 AM	2875530.0000	346339.0000	1	Delfín
7-Aug-13	5:15 PM	2872520.0000	340336.0000	1	León marino
8-Aug-13	9:10 AM	2871497.0000	337460.0000	1	León marino
8-Aug-13	1:55 PM	2870912.0000	335107.0000	1	León marino
10-Aug-13	9:04 AM	2862895.0000	359186.0000	1	León marino
10-Aug-13	1:35 PM	2860878.0000	356605.0000	1	Delfín
10-Aug-13	2:28 PM	2860558.0000	356201.0000	1	León marino
11-Aug-13	2:19 PM	2852854.0000	363024.0000	1	León marino
11-Aug-13	6:38 PM	2851372.0000	361078.0000	1	Ballena
12-Aug-13	9:51 AM	2836435.0000	368583.0000	1	León marino
12-Aug-13	10:29 AM	2836247.0000	368336.0000	1	Delfín
13-Aug-13	10:52 AM	2810664.0000	364743.0000	1	Delfín
13-Aug-13	5:37 AM	338681.7200	2854544.6300	1	León marino

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura IV. 1034. Avistamientos de mamíferos marinos.

IV.5.2.5.9. Elasmobranquios

Para el SAR, se tuvieron varios avistamientos de tiburones (**Figura IV. 1045**) se anexa tabla completa de avistamientos en el Anexo 1.

Tabla IV. 18 Reporte de elasmobranquios observados.

Fecha	Hora Local	Posición N	Posición E	Número	Especie	Comentario
5-Aug-13	1:35 PM	2885787.0000	329790.0000	1	Tiburón	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura IV. 1045. Avistamientos de tiburón.

IV.5.2.5.10. Aves marinas

Para el SAR, se tuvieron varios avistamientos de aves marinas (**Tabla IV. 19**):

Tabla IV. 19. Reporte de aves marinas observadas.

Fecha	Hora Local	Posición N	Posición E	Número	Especie	Comentario
31-Jul-13	3:20 PM	2911250.0000	278265.0000	1	Pelícano	
1-Aug-13	11:00 AM	2859370.0000	345060.0000	1	Fragata	
2-Aug-13	6:30 AM	2840010.0000	351510.0000	1	Fragata	
3-Aug-13	2:52 PM	2884505.0000	321870.0000	1	Fragata	
4-Aug-13	2:08 PM	2880922.0000	325655.0000	1	Fragata	
5-Aug-13	10:37 AM	2884311.0000	328394.0000	1	Fragata	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

5-Aug-13	11:30 AM	2884681.0000	328735.0000	1	Fragata	
6-Aug-13	11:19 AM	2879807.0000	351450.0000	1	Fragata	
7-Aug-13	8:15 AM	2875530.0000	346339.0000	2	Fragata	
7-Aug-13	8:15 AM	2875530.0000	346339.0000	3	Fragata	
7-Aug-13	8:15 AM	2875530.0000	346339.0000	1	Pelícano	
8-Aug-13	11:15 AM	2871124.0000	335965.0000	1	Fragata	
8-Aug-13	11:56 AM	2871104.0000	335886.0000	1	Pelícano	

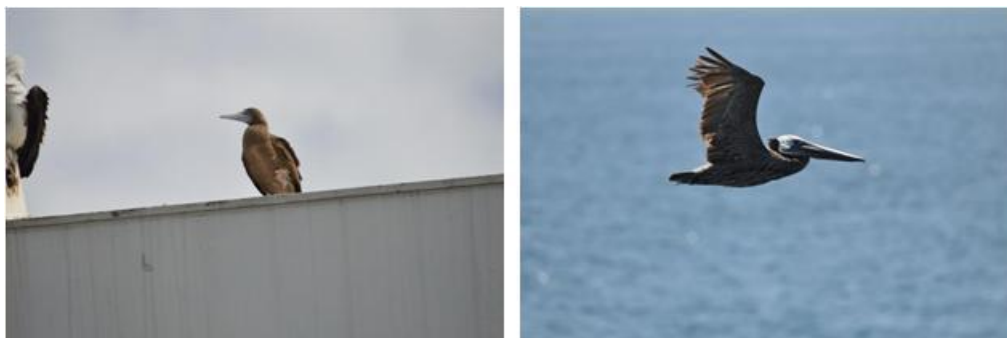


Figura IV. 1056. Avistamientos de Aves marinas.

IV.6. Actividades Economicas que se realizan en SAR

IV.6.1. Pesca

La actividad pesquera tiene valor económico, social y alimentario, y ésta se desarrolla dentro del SAR.

IV.6.1.2. Instrumentos que regulan la pesca

Aún cuando la naturaleza del proyecto no corresponde a la pesquería, cabe indicar que en el área donde se desarrollará hay ictiofauna de interés pesquero, por lo que a continuación se expondrá información al respecto de esta actividad.

En México, la operación de las pesquerías se efectúa en el marco de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (SAGARPA, 2007) que establece como instrumentos de política pesquera los permisos y concesiones de pesca, los planes de manejo y los programas de ordenamiento pesquero. Éstos se apoyan en los lineamientos de la Carta Nacional Pesquera y de las Normas Oficiales Mexicanas. En su mayoría, estas reglas se expiden sin considerar diferencias regionales en la dinámica de las flotas, la distribución de los recursos y los impactos sobre ellos y el ecosistema, derivados de interacciones por la coexistencia espacial y temporal de las pesquerías (Ojeda-Ruíz y Ramírez-Rodríguez, 2012).

Para el SAR, no existe un Programa de Ordenamiento Pesquero; sin embargo, la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en Baja California Sur inició acciones dirigidas al ordenamiento pesquero mediante la credencialización de pescadores y marcado de embarcaciones; de igual forma, tampoco existen Planes de Manejo para las pesquerías dentro de la Bahía de Ulloa, derivado de esto se recopilaron los siguientes datos:

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

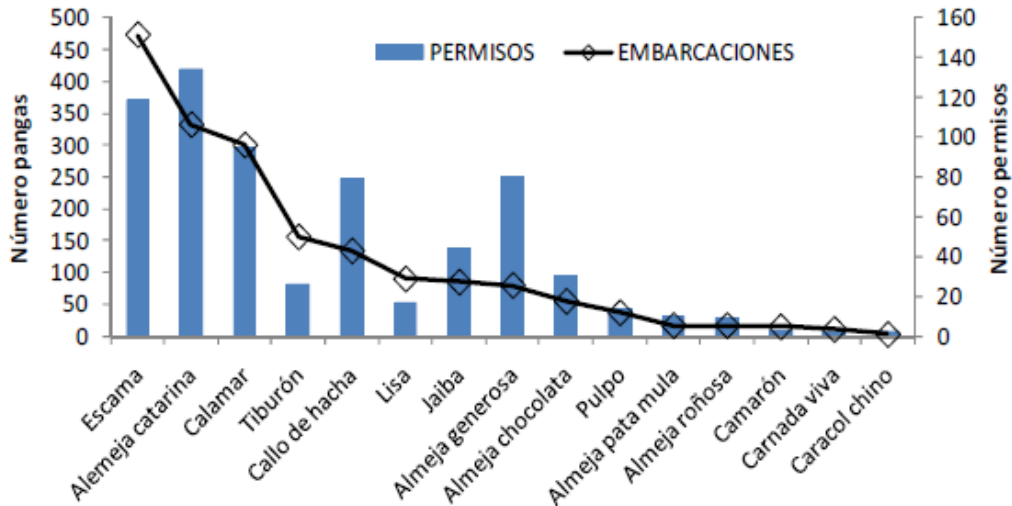


Figura IV. 10647. Número de permisos de captura y embarcaciones por permiso en la región de la Bahía de Ulloa.

FUENTE: Datos Preliminares, enero-octubre 2010, Subdelegación de Pesca SAGARPA BCS.

La figura anterior muestra que se tiene que el número de permisos es mayor para la captura de escama, almeja catarina, calamar, callo de hacha, almeja generosa y jaiba. El número de embarcaciones autorizadas por pesquería tiende a guardar relación directa con el número de permisos, con notables excepciones en tiburón (pocos permisos, muchas pangas) y en callo de hacha y almeja generosa (pocas pangas, muchos permisos).

Hasta octubre de 2010 se tenía el registro de 245 productores del sector social y 233 del privado, que en conjunto trabajaban 664 permisos y 1,805 embarcaciones. Los sistemas de pesca más utilizados son los basados en equipos de buceo (391), redes de enmalle (135), redes de arrastre tipo Magdalena I (97), poteras (94), suriperas (89) y atarrayas (86). También están registradas 21 redes tiburonerías y 16 cimbras.

Por número de embarcaciones, la pesca de escama es la más importante (117 pangas de 24 permisionarios), seguida por el camarón (100 pangas de 19 permisionarios). En tercer lugar está el calamar, y después la almeja catarina y el tiburón.

Por otra parte el SAR, como ya se ha mencionado en este capítulo, es rico en productividad y biodiversidad, con una alternancia en su fauna entre aquellos de origen templado y los de características subtropicales. La pesca en la región, con las artes de pesca señaladas, incluye escama, langosta, almejas, rayas, abulón, tiburón, cazón, calamar, jaiba, camarón, caracol, pulpo y ostión, cuya importancia está en el orden en que fueron mencionadas.

Cabe reiterar que los eventos de surgencias favorecen el florecimiento de grandes volúmenes de fitoplancton que sirve de base para la cadena alimentaria, en particular para la producción de langostilla (*Pleuroncodes planipes*).

En cuanto a ictiofauna Baja California Sur tiene una alta diversidad de peces que se refleja en más de 400 especies (Fischer *et al.* 1995; Moser 1996). En la tabla siguiente, se presentan las que se encuentran en la región de la Bahía de Ulloa.

Los elasmobranquios, especies de tiburones y rayas, presentes en la Bahía, son 38 y 30 respectivamente. La NOM-059-SEMARNAT-2010 incluye al tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*) y al tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) en la categoría de especies amenazadas que se han reportado en la Bahía. Dentro de los organismos bentónicos de importancia pesquera, se tiene una alta diversidad de moluscos bivalvos (almejas) y gasterópodos (abulones y caracoles). Entre los crustáceos, destaca la abundancia de langosta roja, camarón y jaibas.

Tabla IV. 20 Principales especies de interés pesquero en la Bahía de Ulloa (Tomado de Ramírez Rodríguez *et al.*, 2010)

Nombre Común	Nombre científico	Familia
Quijo, macabí, chile, banana, macabí de hebra	<i>Albula vulpes</i>	Albulidae
Bagre chihuil, tacazonte	<i>Bagre panamensis</i>	Ariidae
Cochito, cochi, bota, pejepuerco, pez puerco	<i>Balistes polylepis</i>	Balistidae

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre Común	Nombre científico	Familia
Cochito taxi, cochi naranja, bota, pejepuerco, cochino, chancho	<i>Suflamen verres</i>	Balistidae
Agujón californiano, agujón bravo de california, agujón	<i>Strongylura exilis</i>	Belonidae
Jurel	<i>Caranx (Carangoides) vinctus</i>	Carangidae
Jurel verde, cocinero, cocinero dorado, jurel, caballa, caballo	<i>Caranx (Caranx) caballus</i>	Carangidae
Jurel toro	<i>Caranx (Caranx) caninus</i>	Carangidae
Jurel prieto, toro, caballa, jiguagua	<i>Caranx hippos</i>	Carangidae
Jurel de castilla, casabe, monda, jurel orqueta	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	Carangidae
Macarela mexicana, jurel mexicano, plátano	<i>Decapitaros murados</i>	Carangidae
Pez piloto	<i>Nauraste ductor</i>	Carangidae
Piña bocona, cuchillo, chaqueta de cuero, zapatero pelón	<i>Oligoplites Altus</i>	Carangidae
Piña delgada, zapatero siete cueros, chaqueta de cuero, quiebra cuchillos, zapatero, lejabin	<i>Oligoplites saurus</i>	Carangidae
Jorobado espejo	<i>Selene peruviana</i>	Carangidae
Pez fuerte, medregal limón, medregal almaco, jurel de castilla	<i>Seriola rivoliana</i>	Carangidae
Jurel de castilla, medregal cola amarilla, cocinera	<i>Seriola lalandi</i>	Carangidae
pámpano, palometa, pampano paloma	<i>Trachinotus paitensis</i>	Carangidae
Charrito	<i>Trachurus symmetricus</i>	Carangidae
Robalo aleta prieta, paleta, robalo de aleta obscura	<i>Centropomus medius</i>	Centropomida e
Robalo plateado, garabato	<i>Centropomus viridis</i>	Centropomida e
Sabalote	<i>Chanos chanos</i>	Chanidae

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre Común	Nombre científico	Familia
Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	Coryphaenidae
Macabí, Machete del Pacífico, machete, chiro	<i>Elops affinis</i>	Elopidae
Mojarra cantileña o blanca	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Gerreidae
Burro rayado, bandera, mojarron, mojarra rayada	<i>Anisotremus taeniatus</i>	Haemulidae
Burro rasposo, roncador rayado, ronco de rabo manchado, burrito	<i>Haemulon maculicauda</i>	Haemulidae
Burro de Cortes, Ronco chano, burro, ronco manchado, jiniguaro	<i>Haemulon flaviguttatum</i>	Haemulidae
Mojarra prieta, ronco prieto, codoniz, bacoco	<i>Haemulon scudderi</i>	Haemulidae
Ronco roncacho	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	Haemulidae
Burrito rayado, ronco rayado, burrito roncacho	<i>Orthopristis reddingi</i>	Haemulidae
Salema, Burrito ojetón, pajarillo, ojoton	<i>Xenistius californiensis</i>	Haemulidae
Chopa verde, ojo azul	<i>Girella nigricans</i>	Kyphosidae
Chopa bonita, chopa azul, chopa piedra	<i>Hermosilla azurea</i>	Kyphosidae
Chopa rayada, chopa gris	<i>Kyphosus analogus</i>	Kyphosidae
Vieja, vieja mexicana, vieja de piedra, gallo	<i>Bodianus diplotaenia</i>	Labridae
Señorita manchada	<i>Decodon melasma</i>	Labridae
Vieja, vieja californiana, vieja de California	<i>Semicossyphus pulcher</i>	Labridae
Pargo coconaco, tecomate	<i>Hoplopagrus guentherii</i>	Lujanidae
Pargo raicero, pargo de manglar, pargo rayado	<i>Lutjanus aratus</i>	Lujanidae
Pargo amarillo, coyotillo, alazán, clavellino, pargo perro	<i>Lutjanus argentiventris</i>	Lujanidae
Pargo colorado, pargo listoncillo, huachinango, pargo rojo	<i>Lutjanus colorado</i>	Lujanidae
Pargo mulato, pargo prieto, pargo dientón, pargo negro, pargo	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	Lujanidae

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre Común	Nombre científico	Familia
moreno		
Pargo rayado	<i>Lutjanus viridis</i>	Lujanidae
Pierna, blanco, blanquillo fino, peje fino	<i>Caulolatilus princeps</i>	Malacanthidae
Lisa, lisa rayada, lisa cabezona, lisa macho, churra, cabezuda, curisma, liseta	<i>Mugil cephalus</i>	Mugilidae
Chivo rayado, salmonete barbón, chivo amarillo, salmonete	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	Mullidae
Chivo, chivato, salmonete, chivillo, barbón	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Mullidae
Papagayo, pez gallo, peje gallo	<i>Nematistius pectoralis</i>	Nematistidae
Sol cola de abanico, Lenguado cola de abanico, lenguado	<i>Xystreurus liolepis</i>	Paralichthyidae
Lenguado alón	<i>Citharichthys xanthostigma</i>	Paralichthyidae
Huarache, bocachica, lenguado ribete	<i>Etropus crossotus</i>	Paralichthyidae
Sol bocón, lenguado bocón, huarache,	<i>Hippoglossina stomata</i>	Paralichthyidae
Lenguado cuatrojos	<i>Hippoglossina tetrophthalma</i>	Paralichthyidae
Lenguado de Cortés, lenguado, alabato	<i>Paralichthys aestuarius</i>	Paralichthyidae
Lenguado californiano, alabato, lenguado de California	<i>Paralichthys californicus</i>	Paralichthyidae
Lenguado diamante, platija diamante, lenguado	<i>Hypsopsetta guttulata</i>	Pleuronectidae
Pescada, pescara, mero	<i>Stereolepis gigas</i>	Polyprionidae
Barbudo seis barbas, barbudo azul, ratón	<i>Polydactylus approximans</i>	Polynemidae
Curvina blanca, Corvina blanca	<i>Atractoscion nobilis</i>	Sciaenidae

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre Común	Nombre científico	Familia
Corvina, roncacho	<i>Cheilotrema saturnum</i>	Sciaenidae
Corvina, curvina, Corvina azul, corvina de aleta corta	<i>Cynoscion parvipinnis</i>	Sciaenidae
Corvina boca anaranjada, corvina de boca amarilla, corvina de aletas amarillas	<i>Cynoscion xanthulus</i>	Sciaenidae
Roncador de aleta amarilla, berrugata aleta amarilla, verrugato de aleta amarilla, garabato, roncador	<i>Umbrina roncador</i>	Sciaenidae
Sierra golfina, wahoo	<i>Acanthocybium solandri</i>	Scombridae
Melvera	<i>Auxis rochei</i>	Scombridae
Melva, bonito, macarela	<i>Auxis thazard</i>	Scombridae
Barrilete negro, bonito negro, negra	<i>Euthynnus lineatus</i>	Scombridae
Barrilete, barrilete listado	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Scombridae
Bonito, bonito del Pacífico Oriental	<i>Sarda chiliensis</i>	Scombridae
Sierra del Golfo de Cortés, vago	<i>Scomberomorus concolor</i>	Scombridae
Sierra, Sierra del Pacífico, macarela española	<i>Scomberomorus sierra</i>	Scombridae
Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>	Scombridae
Cabrilla cueruda, mero cuero, cabrilla de cuero	<i>Dermatolepis dermatolepis</i>	Serranidae
Extranjero, serrano, cabaicucho, guavina, pez ardilla	<i>Diplectrum pacificum</i>	Serranidae
Cabrilla pinta, buchona	<i>Epinephelus analogus</i>	Serranidae
Mero manchado, Baqueta ploma	<i>Epinephelus niphobles</i>	Serranidae
Cabrilla del Peru, cabrilla rosa, doncella	<i>Hemanthias peruanus</i>	Serranidae
Estacuda, baya, garropa, cabrilla de astillero	<i>Mycteroperca jordani</i>	Serranidae
Cabrilla sardinera, cabrilla calamarera, cabrilla mitán (fase dorada), cabrilla rosa, cabrilla amarilla (fase dorada)	<i>Mycteroperca rosacea</i>	Serranidae

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre Común	Nombre científico	Familia
Garropa, cabrilla plomuda, cabrilla pinta, cabrilla gris, pintilla, garropa jaspeada	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	Serranidae
Cabrilla extranjera, lucero, extranjero	<i>Paralabrax auroguttatus</i>	Serranidae
Cabrilla sargacera, cabrilla de sargazo	<i>Paralabrax clathratus</i>	Serranidae
Cabrilla de roca	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Serranidae
Verdillo, cabrilla verde de arena, cabrilla de arena, cabrilla de roca	<i>Paralabrax nebulifer</i>	Serranidae
Mojarrón, pez pluma, marotilla, mojarra de altura, mojarra garabata, mojarra mueluda, chivatito, chivito	<i>Calamus brachysomus</i>	Sparidae
Botete, botete diana, tamborín	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae

IV.6.1.3. Sistemas de Pesca

En el SAR, es clara la presencia de efectos de selectividad en la pesca de escama, tiburones y rayas. En cuanto a las artes de pesca registradas mayormente como utilizadas en el SAR están las siguientes:

1. Redes de fondo para especies de peces de primera
2. Redes de fondo para lenguado
3. Redes de superficie para sierra
4. Redes de superficie para especies de peces
5. Redes tiburonerías de superficie
6. Redes tiburonerías de fondo

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

7. Redes para cazón
8. Redes para carnada (atarrayas y chinchorros para carnada)
9. Chinchorro playero (“la ola”)
10. Líneas de mano
11. Palangres
12. Palangres escameros de fondo
13. Palangres tiburonereros de superficie
14. Palangres tiburonereros de fondo
15. Simpleras
16. Trampas para verdillo

Se reconoce la interacción de la pesca comercial de escama, tiburones y rayas con especies de interés para la conservación como ballenas, delfines, lobos marinos y tortugas marinas. Cabe mencionar que se reporta la incidencia de tortugas caguamas y golfinas en redes escameras y tiburonereros de fondo y superficie, palangres de superficie y de fondo, y simpleras.

IV.6.1.3.1. Conflictos entre pesquerías

Durante la temporada camaronera, las redes de arrastre capturan juveniles de tiburón y de peces, afectando la pesca con líneas y anzuelos y con redes de enmalle. Además, las redes camaroneras destrozan las trampas para peces cuando las atropellan en su maniobra de arrastre o trozan las boyas de las trampas con la propela. La frecuencia, intensidad y magnitud de estos conflictos entre pesquerías no se ha estudiado.

Al respecto de la interacción de pesquerías con el sector para la conservación, además de las tortugas se presentan ballenas, delfines y lobos marinos. En el caso de las ballenas grises, la interacción con la pesca ribereña se controló regulando la operación de embarcaciones en áreas y temporadas definidas. Con respecto a los delfines, lobos marinos y tortugas existen reportes de varamientos de cadáveres en la zona.

El estado del conocimiento sobre las diversas especies explotadas por pesquerías de escama es escaso, respecto a su dinámica poblacional y respuestas a los sistemas de explotación. Tampoco existe información sobre tallas mínimas y temporadas de reproducción que pudiera apoyar la definición de reglas asociadas a la selectividad de artes de pesca, áreas y temporadas de operación. No hay definición oficial de especies objetivos y asociadas, ni de captura incidental. El conocimiento sobre los diferentes diseños, formas de operación, eficiencia y selectividad de cada sistema para la pesca de especies de escama es de tipo general, con pocos estudios específicos. Falta establecer especificaciones técnicas de redes de enmalle, palangres y líneas de mano, procurando su estandarización a través de los permisos de pesca.

Un problema para delimitar la región de influencia de un plan de manejo para la pesca ribereña de escama en la Bahía de Ulloa, es que no existe claridad en cuál es su importancia en relación a la definición de políticas para el ordenamiento y desarrollo de la pesca en la región en el marco de la sustentabilidad de la actividad y el Código de Conducta para la Pesca Responsable. Por el volumen y valor de la captura y la frecuencia de registro, la pesquería más importante en la región es la de peces demersales, seguida por peces pelágicos, langosta, almejas, rayas, abulón, tiburón, cazón, calamar, jaiba, camarón, caracol, pulpo, y ostión. Las pesquerías de langosta y abulón se desarrollan bajo el amparo de concesiones y, dada su importancia económica e influencia en la región, la organización y forma de operación de las cooperativas, especialmente las del Pacífico norte, son ejemplo de lo que en términos de manejo pesquero se puede lograr con la buena definición de objetivos y la colaboración de unidades económicas y el gobierno.

IV.6.1.4. Incidencia del dragado sobre la actividad pesquera

Las zonas de pesca en la Bahía de Ulloa se muestran en la siguiente figura:

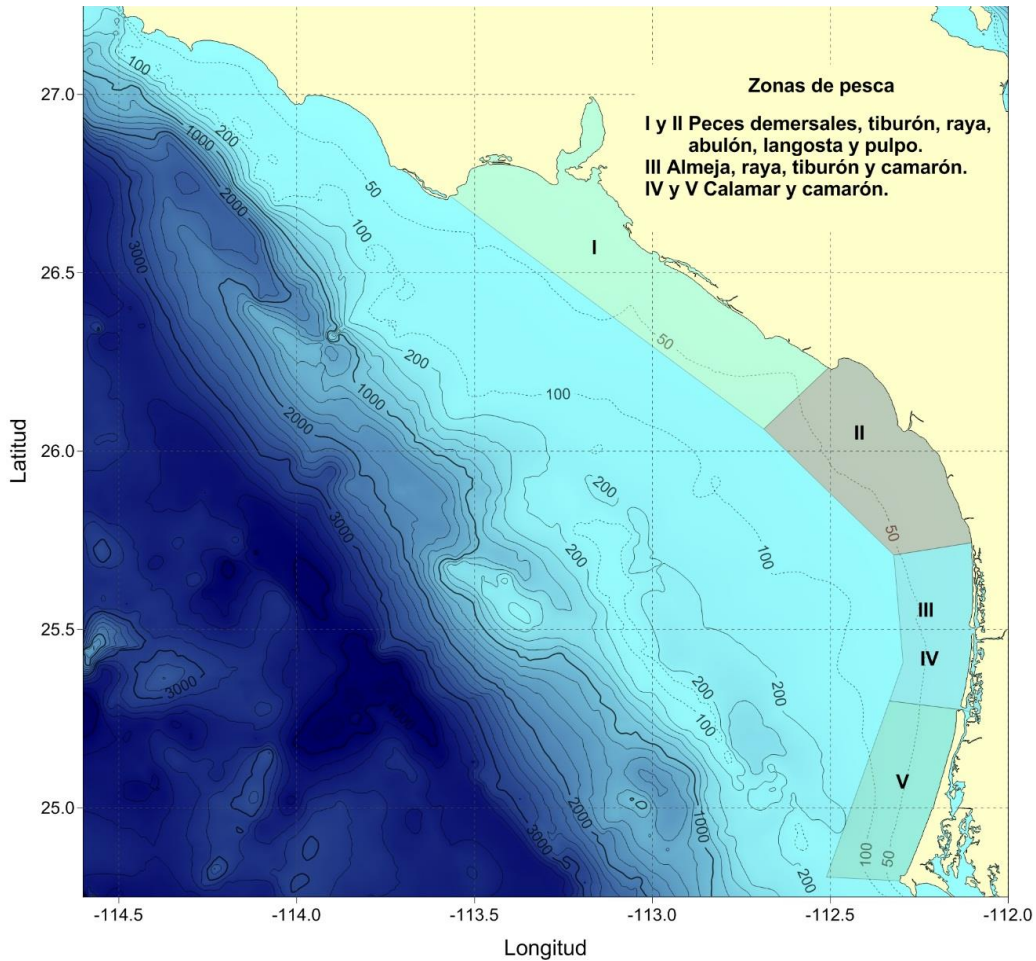


Figura IV. 107. Zonas de pesca en la Bahía de Ulloa y especies relacionadas

De las zonas de pesca solo se encontró información sobre concesiones otorgadas por parte de la CONAPESCA para la Cooperativa Pesquera Puerto San Carlos y a la Cooperativa Pesquera Puerto Chale. Con base en la información proporcionada por la autoridad pesquera, hay incidencia entre las zonas de dragado y la pesquería, la cual proporcionó los datos siguientes:

Cooperativa Pesquera Puerto San Carlos

Para esta cooperativa no se cuentan con coordenadas específicas para realizar las actividades de pesca. Algo relevante a indicar es que las zonas de dragado no coinciden con la pesca de almeja catarina, ya que esta actividad se desarrolla en la Bahía de Magdalena, lo mismo sucede con la actividad de pesca de abulón y langosta, que se realiza en el litoral del Océano Pacífico, por lo que no hay incidencia alguna entre las zonas de dragado del proyecto y el litoral y la Bahía de Magdalena.

Respecto a la especie de abulón, la Carta Nacional Pesquera 2012 indica zonas destinadas para la pesca que se determinan en la NOM-005-PESC-1993. Esto permite regular el aprovechamiento de las poblaciones de las distintas especies de abulón en aguas de jurisdicción federal de la península de Baja California. Dicha norma define cuatro zonas administrativas. Para el caso que nos ocupa, le corresponde la Zona IV, cuya delimitación de la zona en el límite norte es de Punto Holcomb hasta el límite del Mar Territorial y en el límite sur, de la desembocadura del Arroyo Conejo, Baja California Sur, y un punto a 12 millas de la desembocadura del Arroyo Conejo hacia altamar. En consecuencia, la zona de operación de la pesquería de abulón está dentro del SAR; sin embargo, las zonas de dragado no se encuentran dentro de dicha zona. De igual manera sucede con la langosta, de acuerdo con la Carta Nacional Pesquera 2012.

Referente a la actividad de pesca del tiburón, es importante mencionar que dentro del SAR se reportó su existencia. Sin embargo, específicamente en cuanto a la incidencia con la zona de pesca de tiburón, el proyecto no tiene incidencia en dicha zona. La autorización de la zona de operación de la pesquería de tiburón para esta Cooperativa es en aguas de jurisdicción federal adyacentes al municipio de Comondú. Es decir, las aguas del mar territorial que, en el caso que nos ocupa, son las zonas geográficas de producción pesquera.

En relación a lo anterior la pesca de altura¹⁴ está definida como la que se realiza más allá de las doce millas náuticas. En particular para la Cooperativa Pesquera Puerto San Carlos, no es una pesca de altura.

¹⁴ Retomado de la Carta Nacional Pesquera 2000.

Como ya se indicó, se reconoce la existencia del tiburón dentro del SAR y por ello, en el Capítulo VI, específicamente dentro del Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico del Medio Marino, se establecen estrategias ambientales para la protección y conservación de las especies marinas.

En cuanto a la actividad de pesca del atún, al igual que en el caso del tiburón, se reconoce dentro del SAR la existencia de esta especie; sin embargo, como se señala en el capítulo V, no hay incidencia directa ni indirecta entre la actividad pesquera y la actividad de dragado del proyecto (Ver la siguiente figura).

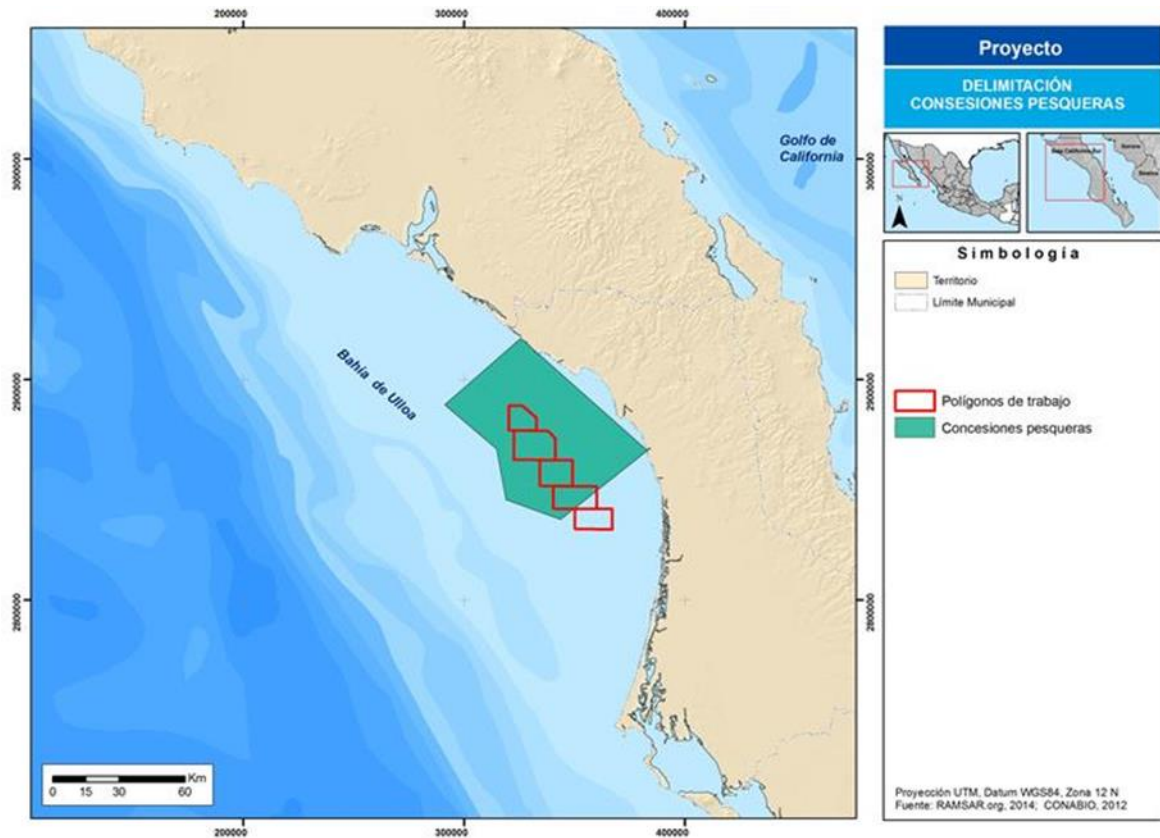


Figura IV. 108. Delimitación de concesiones pesqueras y polígonos de trabajo (polígono de la zona de pesca del Puerto San Carlos georreferenciado).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Cooperativa Pesquera Puerto Chale

El proyecto no coincide con la zona de operación de la actividad pesquera de camarón de estero, ya que dicha actividad se realiza en el complejo lagunar Bahía Magdalena y Bahía Almejas, en el estado de Baja California.

En lo que se refiere a la actividad de pesca de las especies de escama marina y pulpo, ésta se realiza en aguas de jurisdicción federal del litoral del Océano Pacífico adyacentes a los municipios de Comondú y Mulegé. El proyecto sí considera su probable incidencia, en tanto que estas especies (escamas marinas y pulpo) se encuentran dentro del SAR.

En lo que se refiere a la zona de pesca del pulpo, se resalta que dichas aguas adyacentes son el mar territorial y que corresponde con las zonas geográficas de producción pesquera de la región de Bahía de Ulloa. Lo anterior se corrobora con la zona de captura señalada en la Carta Nacional Pesquera 2004.

Por otra parte, en cuanto a las especies de escama ribereña comprende desde los recursos asociados a la línea de costa y ambientes lagunares estuarinos, e incluso en las aguas continentales (ríos), hasta las comunidades de peces marinos asociados a fondos someros o profundos, de tipo rocoso o arrecifal, y fondos suaves, arenosos, arcillosos o fangosos.

En resumen, la información proporcionada por la CONAPESCA, en el caso de las zonas de operación de las pesquerías de langosta azul y roja, abulón amarillo y azul y caracol panocha, determina con precisión los límites de las aguas de jurisdicción federal del litoral del Océano Pacífico adyacente al estado de Baja California Sur. En la siguiente figura se pueden observar las zonas de dragado respecto a la actividad pesquera.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

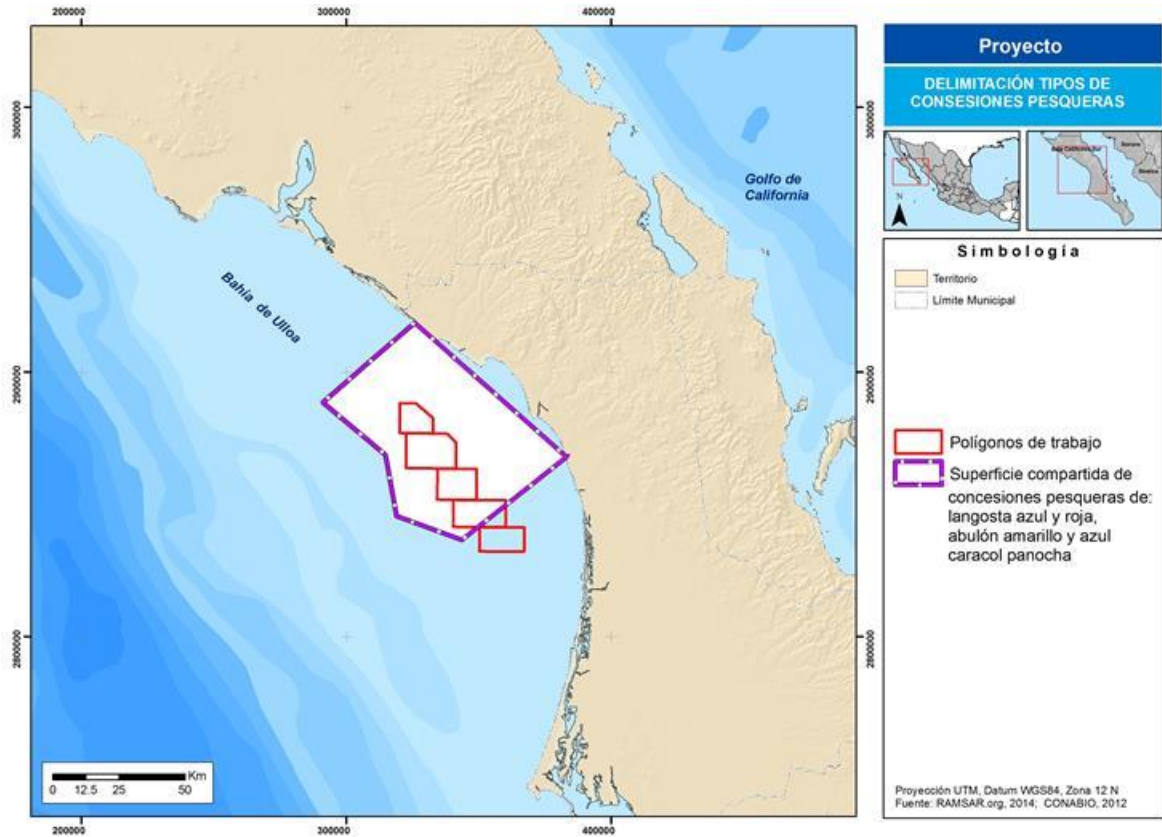


Figura IV. 1090. Delimitación de concesiones pesqueras de langosta azul y roja, abulón amarillo y azul, caracol panocha y polígonos de trabajo del proyecto.

Se destaca que dentro del SAR se presentan altos valores de diversidad y riqueza de especies faunísticas; sin embargo, dentro de la zona de dragado tales valores y riqueza son muy escasos, tal es el caso de la langosta azul y roja, abulón amarillo y azul y caracol panocha.

En relación a la pesquería y el proyecto se puede prever lo siguiente:

1. No hay evidencia de que especies demersales o pesquerías de peces pelágicos se exploten comercialmente cerca del área propuesta para el proyecto.
2. Específicamente hablando de la fauna del fondo marino del área del proyecto, es relativamente pobre y se demuestra en los estudios realizados que es hasta un 50% inferior a la fauna que rodea los depósitos de arenas fosfáticas en otros puntos de la Bahía de Ulloa. Además, es altamente improbable que ésta sea un área de preferencia para la alimentación de peces demersales en comparación con otras regiones de la extensa Bahía de Ulloa.
3. No hay evidencia en los estudios realizados de que el área de trabajo constituya un área de desarrollo o crecimiento de especies de peces juveniles, principalmente debido a la escasa fauna que podría servirles como alimentos a estos peces en crecimiento.

No obstante a lo anterior, y a que la zona es pobre en comparación con otras áreas de la Bahía de Ulloa, no se descarta la probabilidad de generar algún impacto potencial pero se debe considerar que sólo se ceñirá a una huella en la zona activa de dragado (ver capítulo V), por lo que no hay ninguna razón hasta ahora para que haya conflicto entre las operaciones de dragado y procesamiento de arenas fosfáticas del proyecto y las actividades de pesca en la región local.

Productividad y pesca

La Bahía de Ulloa está bajo la influencia del sistema de la corriente de California, y la presencia de procesos de surgencia de naturaleza estacional que favorecen una elevada productividad. El ecosistema de la Bahía de Ulloa es rico en productividad y biodiversidad, con la presencia de fauna de origen templado y subtropical y, a su vez, es complejo por la influencia de corrientes marinas afectadas por fenómenos climáticos - oceanográficos de diferentes escalas, temporales y espaciales. En sus costas se desarrollan pesquerías ribereñas, de pequeña escala o artesanales, con la participación de pescadores agrupados en cooperativas u otro tipo de

organizaciones formales que, bajo el amparo de permisos otorgados por el gobierno, explotan diversas especies de moluscos (abulón, almejas, caracol, pulpo), crustáceos (langosta, camarón, jaiba), tiburones, rayas y peces diversos a los que se les denomina genéricamente como escama. La pesca ribereña en la región es muy importante para la economía de los habitantes de las comunidades locales y para Baja California Sur, con un fuerte componente social como actividad generadora de empleos directos.

A pesar de su importancia, las unidades de pesquerías en la Bahía de Ulloa son poco comprendidas. Se reconoce que son multiespecíficas y que en varias de ellas los pescadores pueden estar enfrentando problemas por la sobreexplotación biológica y económica, y por la falta de control del esfuerzo de pesca. Además, existen problemas para su monitoreo y para imponer el cumplimiento de las normas que rigen la actividad, requiriendo mayor participación del gobierno federal y del gobierno estatal. Las instituciones directamente involucradas son la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA), la Subdelegación de Pesca de SAGARPA en Baja California Sur, el Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz del Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA), la Secretaría de Pesca y Acuicultura de Baja California Sur y el gobierno del Municipio de Comondú.

Por otra parte, se sabe que las pesquerías que utilizan redes de enmalle y cimbras para la captura de peces, tiburones y rayas, también capturan incidentalmente ejemplares de tortuga amarilla o caguama (*Caretta caretta*), que se encuentra en la lista de especies en peligro de extinción de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este problema ha sido motivo de investigación por parte de la Dirección General de Vida Silvestre y la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y por organizaciones no gubernamentales (Procaguama 2004; Peckham *et al.*, 2007). Los resultados sugieren la inminente necesidad de mitigar la mortalidad por pesca de caguamas, siendo indispensable la participación de los pescadores en la definición de líneas de acción, la ejecución de nuevas prácticas pesqueras y la aplicación de los reglamentos de pesca vigentes.

En la Bahía de Ulloa, en la costa occidental de Baja California Sur entre Punta Abreojos y Cabo San Lázaro, la pesca ribereña de escama (especies de peces de fondo y media agua) representa una importante actividad económica de la cual se conoce poco sobre su estado y posibilidades

de desarrollo, pero que representa un reto para lograr que se efectúe en el marco de la sustentabilidad y pesca responsable, ya que existen problemas con permisos de pesca, disminución en las capturas de algunas especies, ineficiencia de programas de inspección y vigilancia, uso de prácticas de pesca nocivas para los recursos y el medio ambiente, y pesca incidental de cinco especies de tortugas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta situación, en especial la referida a la mortalidad por pesca de tortugas caguama (*Caretta caretta*), llevó a que el Subcomité de Pesca y Recursos Marinos del Municipio de Comondú, integrara una mesa técnica con la finalidad de supervisar la elaboración de un plan de manejo de las pesquerías de escama en la región.

Interacción de la pesca con especies de especial conservación

Se reconoce la interacción de la pesca comercial con especies de interés para la conservación, ya mencionado anteriormente, destacando la incidencia de tortugas caguamas y golfinas en redes y palangres, por lo que se hace necesario modificar patrones de pesca (definiciones de áreas, temporadas y reglas precisas para la construcción y uso de artes de pesca), con la intervención de la autoridad, con la participación y compromiso de los pescadores, la supervisión del Instituto Nacional de la Pesca y la colaboración de instituciones de investigación y organizaciones no gubernamentales, estableciendo reglas claras de participación y estímulos y sanciones apegados a la ley.

En el corto plazo, dada la necesidad urgente de reducir la pesca incidental de tortugas caguamas y la importancia de iniciar acciones hacia la sustentabilidad y la pesca responsable, se deberá considerar la propuesta de evitar pescar con redes de fondo en las áreas de mayor concentración de tortugas.

El área de refugio para la Tortuga Caguama y el marco normativo de la pesca.

La propuesta de un área de refugio para la caguama (*Caretta caretta*) plantea la protección de esta especie en la Bahía de Ulloa, en donde se llevan a cabo prácticas de pesca ribereña que, por interacción de las artes de pesca, generan un impacto negativo por la captura incidental.

El marco legal de la pesca en México recoge la preocupación de desarrollar la actividad extractiva en un contexto de sustentabilidad evitando el daño al ecosistema. Contempla a las zonas de refugio en un contexto de desarrollo de los recursos pesqueros a partir de su reproducción, crecimiento o reclutamiento.

Para efectos de la propuesta de establecimiento de una zona de refugio para la caguama, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS) menciona específicamente en el artículo 9 que la SAGARPA deberá coordinarse con la SEMARNAT para alcanzar objetivos relacionados con la preservación, restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente, particularmente (fracción V) para el caso de dictar las medidas tendentes a la protección de los quelonios, mamíferos marinos y especies acuáticas sujetas a un estado especial de protección. Asimismo, establecerá las vedas, totales o parciales, referentes a éstas especies. La figura jurídica de refugio para la protección de especies acuáticas está muy desarrollada en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) faculta y sustenta la creación de las áreas de refugio, y la LGVS detalla la competencia de la federación para la regulación y aplicación de las medidas relativas al hábitat crítico y las áreas de refugio para proteger las especies acuáticas, en sitios claramente definidos en cuanto a su ubicación y deslinde, y la disposición de prohibición de aprovechamiento extractivo de ejemplares de tortuga marina, cualquiera que sea la especie, ya sea de extracción de subsistencia o comercial, incluyendo sus partes y derivados.

Biodiversidad

Las regiones de la Bahía de Ulloa y Bahía Magdalena son reconocidas por su biodiversidad alta, producto de la presencia de especies de aguas cálidas y templadas (Etnoyer *et al.* 2004, Funes- Rodríguez *et al.* 2007, Malakoff 2004). Por la presencia de surgencias, se desarrollan grandes volúmenes de fitoplancton que sirve de base para la cadena alimentaria, en particular para la producción de langostilla (*Pleuroncodes planipes*).

La costa occidental de Baja California tiene una alta diversidad de peces que se refleja en más de 400 especies (Fischer *et al.* 1995, Moser 1996) pertenecientes a la provincias San Dieguina y Panámica (Allen & Smith, 1988).

El importante papel de las pesquerías ribereñas de escama en el Golfo de Ulloa

La pesca ribereña juega un papel preponderante en el aprovechamiento y producción de recursos pesqueros poco densos y de aguas someras. El pescador ribereño tiene fuertes vínculos con el ambiente, con un conocimiento empírico del comportamiento de los recursos, de tal forma que las temporadas de abundancia o escasez del recurso determinan el régimen de pesca. La movilidad territorial de pescadores los limita a aprovechar recursos locales.

El futuro de la pesca industrial

Otra actividad que no está claramente definida, es el posible desarrollo de la pesca industrial de especies no accesibles a los pescadores ribereños, por ejemplo el cangrejo de profundidad (*Cancer Johngarhi*), (Ramírez-Rodríguez *et al.* 2007) La pesca se efectúa en un ecosistema marino costero altamente productivo, que permite la presencia de especies de interés para el sector pesquero y para el sector conservacionista.

El sistema de recolección de datos y el desconocimiento de la interacción con otras pesquerías de la región y de regiones vecinas dificultan delimitar la región de influencia de las pesquerías de escama susceptibles de ser manejadas

IV.6.1.5. Sobre población de los productores primarios

Para el desarrollo del proyecto, se han estudiado cuidadosamente los parámetros protagonistas en la naturaleza del florecimiento estacional de fitoplancton nocivo.

El Filo Pyrrophyta (pirrófitas) es un grupo de organismos del reino de los protistas, la Pyrrophyta; se presentan como dinoflagelados y criptomonados. La gran mayoría de estos organismos del reino de los protistas poseen clorofila y por ende, son fotosintéticos. Son en su gran mayoría organismos marinos; algunas veces viven en aguas de poca profundidad y en aguas cálidas; su reproducción es muy numerosa y son en ocasiones responsables de una floración excesiva conocida como “marea roja” que es la causante de la muerte de grandes cantidades de peces y de personas cuando consumen dichos peces, pues estos organismos generan neurotoxinas. Este fenómeno se produce cuando hay un enriquecimiento excesivo de nutrientes y además, se dan altas temperaturas en las capas superficiales del mar, temperaturas superiores a 22 °C. Este cúmulo de circunstancias que favorecerían este fenómeno son altamente improbables en la Bahía de Ulloa y extremadamente excepcionales en la costa de la Península de Baja California. La única marea roja de estas características que se registró y se identificó, sucedió en Todos Santos, frente al puerto de Ensenada en Baja California Sur. Tras el análisis de las causas que la provocaron, se determinó que fue el efecto del El Niño que debilitó las surgencias y ocasionó que la corriente que gira hacia el oeste hiciese el giro geográficamente más al norte de lo habitual, además de factores estrictamente locales.



Figura IV. 1101. Excepcional marea roja detectada en Ensenada en 2012.

Las temperaturas del agua de la Corriente de California están por debajo de los 18 °C y, aunado a que es una zona de surgencias, no hay posibilidad de que se dé un florecimiento de fitoplancton nocivo en esa región de la Bahía de Ulloa. En este capítulo IV, se aportan series y estudios científicos de la región que refuerzan esta aseveración.

Si atendemos a la literatura científica, normalmente este tipo de eventos ocurren en las zonas tropicales y cerca de las grandes ciudades que no procesan adecuadamente sus aguas residuales, aguas que tienen grandes cantidades de materia orgánica y que, al llegar al mar con temperaturas altas, establecen condiciones óptimas para la presencia exagerada de fitoplancton nocivo. Otra forma de que se den las mareas rojas es en las regiones próximas a las descargas de los ríos que llevan los desechos de la fertilización de los campos de cultivos; en esos casos, las altas concentraciones de nitrógeno por la fertilización con amoníaco y de fosfatos de los campos de cultivo, produce un enriquecimiento de las aguas de mar que, aunado a las altas temperaturas, generan las condiciones óptimas para las mareas rojas. Eso se ha observado en las costas del Pacífico mexicano, pero al sur de la Península de Baja California.

En la región de la Bahía de Ulloa y asociado a la actividad del proyecto, contemplamos el potencial enriquecimiento de la columna de agua por el fosfato, lo cual es un factor crucial para la producción de fitoplancton. Precisamente, este incremento es el que ocurre de manera natural en las zonas de surgencia; este “disparo” de fitoplancton impulsa la producción primaria y genera condiciones óptimas para los productores secundarios, el zooplancton y, finalmente, para los peces.

En este capítulo, hemos evaluado en profundidad el incremento de ortofosfato, fósforo, amoníaco, nitrato y nitrógeno total que genera nuestra actividad, demostrando que el aporte de la actividad de dragado en el área del proyecto no constituye amenaza alguna para el estímulo de un incremento anormal de fitoplancton nocivo en el área que pudiera afectar los recursos pesqueros del área.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

IV.6.1.6. Ruido

Para el proyecto, se realizó un Modelo Acústico Bajo el Agua por HR Wallingford. En dicho estudio, se empleó el modelo acústico HAMMER (modelo Hidro-acústico para la Mitigación y Respuesta Ecológica), a fin de predecir la "huella" del sonido propagado desde la draga y la bomba de cabezal de dragado durante las operaciones del proyecto (para mayor detalle, consultar el estudio del Modelo Acústico Bajo el Agua contenido en el Anexo 13, para lo cual se consideraron dos escenarios: invierno y verano, así como las zonas norte y sur de las actividades de dragado (Figura IV. 1112).

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

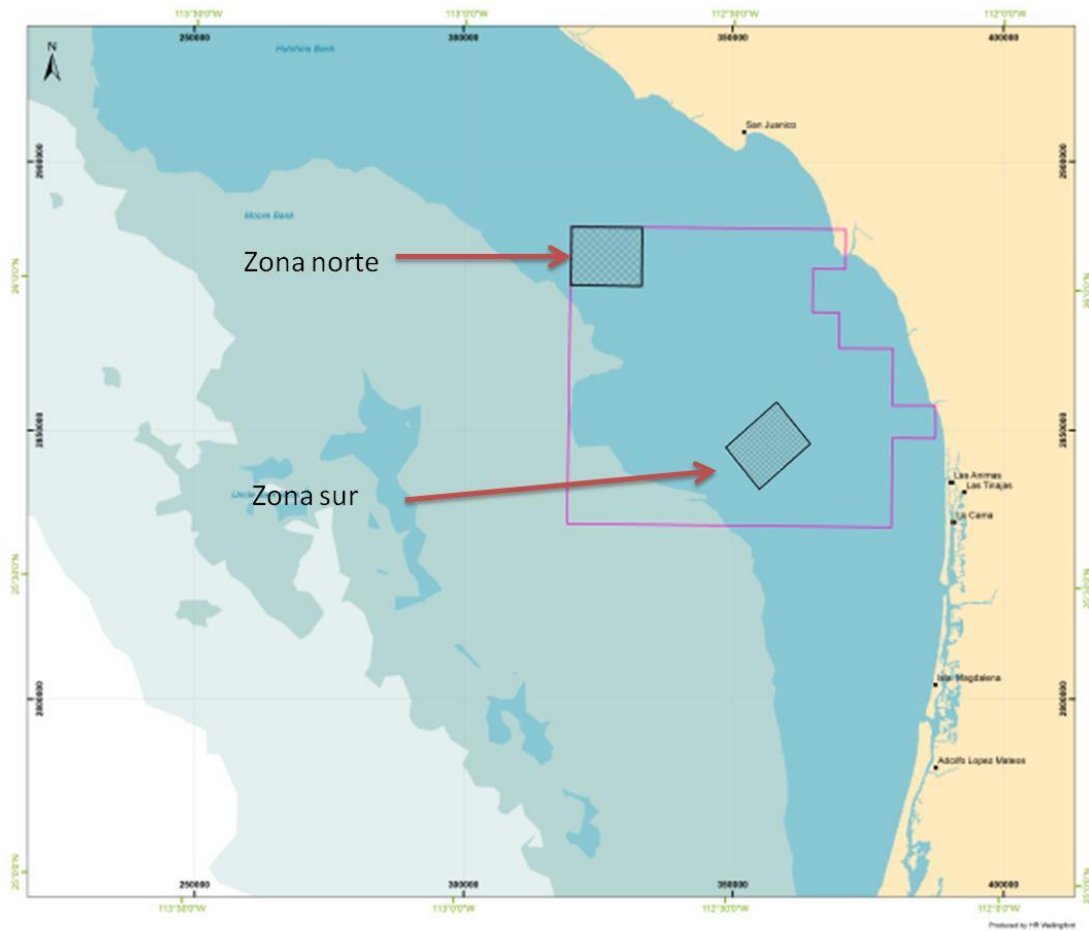


Figura IV. 1112. Plano que muestra las zonas norte y sur que fueron consideradas por el modelo acústico; los cuadros negros corresponden a las áreas de dragado y el recuadro rosa al área de concesión.

Para llevar a cabo el modelo, se utilizaron los niveles de sonido de un barco de dragado similar al propuesto para el proyecto. Se modelaron dos fuentes de sonido, el motor de la draga justo debajo de la superficie del agua y la bomba de cabezal de dragado justo por encima del lecho marino, considerando los niveles de origen de un barco tipo Sand Falcon de dragado agregado.

Las especies de fauna marina que se pretendieron considerar para el estudio acústico fueron las que se indican en la siguiente tabla:

Tabla IV. 21 Especies de mamíferos y tortugas marinas que fueron tomadas en cuenta para el estudio acústico.

Nombre común	Nombre científico
Mamíferos marinos	
Ballena gris	<i>Eschrichtius robustus</i>
Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>
Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>
Foca del puerto	<i>Phoca vitulina</i>
Foca elefante del norte	<i>Mirounga angustirostris</i>
León marino de California	<i>Zalophus californianus</i>
Tortugas marinas	
Tortuga golfina	<i>Lepidochelys olivacea</i>
Tortuga laúd	<i>Dermochelys coriacea</i>
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>
Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>

Los resultados del modelo acústico para el caso de mamíferos marinos se interpretarán utilizando los criterios de Southall (Southall, *et al.*, 2007); en el caso de tortugas marinas, dado que no existen criterios Southall, se utilizó el mejor conocimiento científico disponible para interpretar los resultados del modelo acústico.

Los datos requeridos para el modelo acústico se obtuvieron de los trabajos de campo realizados para el proyecto en el año 2013, y de los obtenidos por la industria de dragado de agregados marinos de Gran Bretaña.

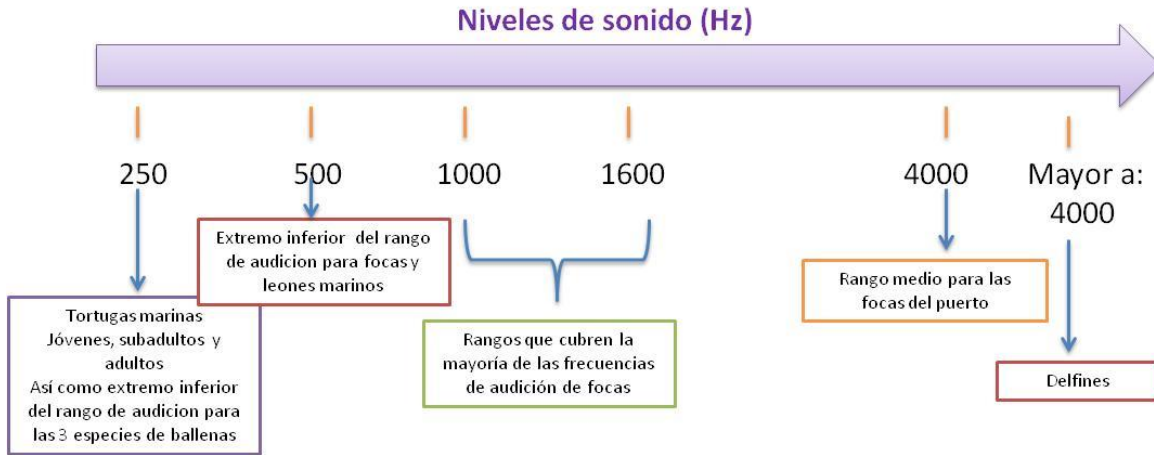


Figura IV. 1123. Imagen que muestra los niveles de sonido que fueron considerados en el modelo acústico para los distintos grupos faunísticos, basado en una investigación amplia de la literatura.

La evaluación del impacto potencial acústico bajo el agua en los mamíferos marinos está formulada bajo los Criterios de Southall (Southall *et al.* 2007). Estos criterios establecen los niveles de sonido donde se espera un daño físico o una respuesta de comportamiento de las especies de mamíferos marinos.

Al respecto, no fue posible realizar mapas acústicos que muestren la zona de influencia para las tortugas marinas, ya que no están enumerados en los criterios de Southall. No obstante, estudios científicos recientes han identificado un rango de audición de las tortugas marinas (Martin *et al.*, 2012, Piniak *et al.*, 2012). Sin embargo, este rango no incluye respuestas de comportamiento o TTS estimado (potencial del umbral de audición).

La evidencia experimental de las operaciones de dragado en otros lugares sugiere que las tortugas no perciben los barcos de dragado o no muestran respuesta a su

presencia. Es por eso que los “deflectores de tortuga” se colocan en el cabezal de la draga de los barcos de dragado para prevenir afectaciones hacia dicho grupo faunístico.

Respecto a los delfines, éstos no fueron identificados en el área de dragado, a lo que se suma que los rangos de audición de los delfines sean superiores a 4 kHz (ver imagen anterior); es decir, con una sensibilidad de 10-100 kHz y sensibilidad máxima al sonido de 50 kHz (Houser y Finneran, 2006, Mulsow *et al.*, 2013), por lo que corresponde a una frecuencia más elevada a las frecuencias tomadas en estudio. Por lo tanto, y al quedar los delfines fuera de este rango, éstos no fueron considerados en este estudio.

Conclusiones del estudio del Modelo Acústico:

- Los niveles sonoros previstos no se consideran probables de causar daño físico temporal o permanente a alguna de las especies consideradas.
- Foca de Puerto (*Phoca vitulina*). Estudios recientes han indicado que esta especie es más sensible al sonido en la frecuencia 4kHz, ya que el umbral es de 53 dB re 1mPa, por lo que puede afectarse con el sonido sólo si se encuentran muy cerca de la draga; en consecuencia, no se esperan afectaciones fuera del área de dragado.
- Los leones marinos de California son poco probables a ser afectados por el sonido de la draga.
- Las focas elefante del norte (*Mirounga angustirostris*) pueden mostrar una reacción al sonido del dragado sólo dentro del área de draga, ya que no se muestran afectaciones fuera del área de dragado. Pueden incluir reacciones tales como un cambio moderado en la velocidad de locomoción y de respiración, así como un cambio en el comportamiento vocal; sin embargo, esto es poco probable dado que están presentes en zonas más profundas de cientos de metros para su alimentación (Le Boueuf *et al.*, 2000).

- Las ballenas grises y ballenas jorobadas pueden mostrar una reacción dentro y fuera del área de dragado (ver siguiente figura), por lo que el tipo de respuesta puede ser alguno de los siguientes:
 - ❖ No hay respuesta observable (puntuación de gravedad 0)
 - ❖ Pequeño cambio en las tasas de respiración, vocal o cambios de dirección (puntuación de gravedad 2)
 - ❖ Cambios moderados vocales y cambios de dirección también (puntuación de gravedad 4)
 - ❖ Evasión o modificación del comportamiento vocal (puntuación de gravedad 6)
- Es poco probable que la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) muestre alguna reacción de acuerdo con el criterio utilizado, debido a que las ballenas azules vocalizan a bajas frecuencias, y se ha demostrado recientemente que responden a algunas frecuencias altas (Goldbogen *et al.*, 2013).
- La ballena gris (*Eschrichtius robustus*) que pudiera moverse en el área de actividad de dragado puede mostrar alguna reacción al sonido de dragado, de acuerdo con los criterios Southall. Esto puede incluir alejarse del área de sonido, modificación del comportamiento vocal o reacción sorpresiva.
- El sonido propagado por las actividades de dragado no llega a las lagunas de la costa que utilizan las ballenas grises para parir.
- Se espera que la respuesta de comportamiento de las tortugas marinas dentro de las zonas consideradas para este modelo incluya reacciones menores, como su alejamiento del área, o que incluso no tengan respuesta alguna.

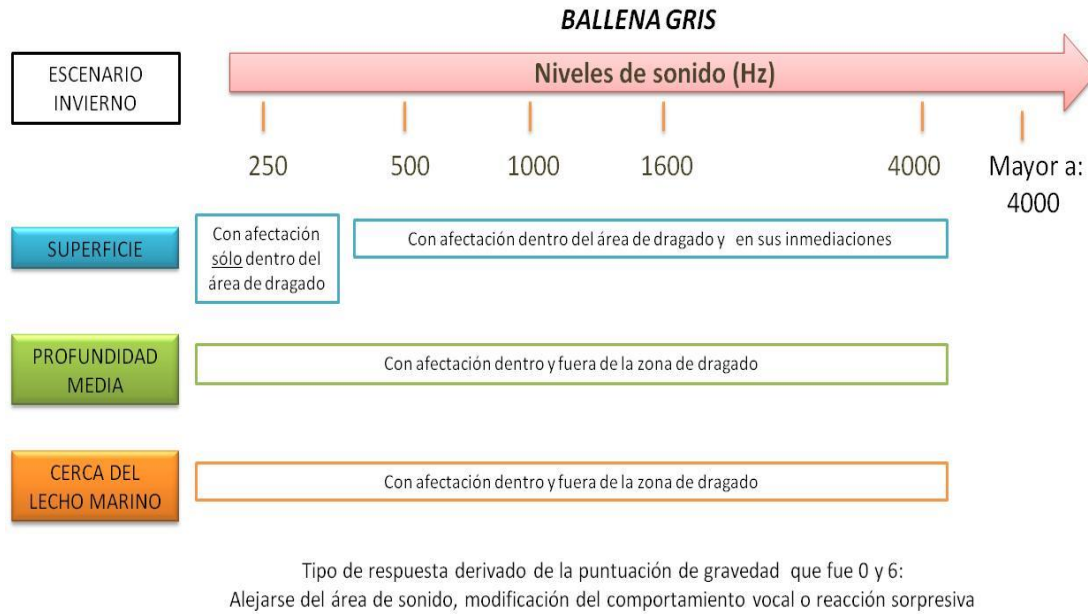


Figura IV. 1134. Diagrama que muestra, conforme al modelo acústico para la ballena gris, el escenario de invierno (dado que sólo se reporta su presencia a finales de diciembre hasta el mes de abril) para las zonas norte y sur de estudio, indicando afectaciones en los tres niveles de profundidad estudiados (superficie, profundidad media y cerca del lecho marino) y en las frecuencias estudiadas 250,500, 1000, 1600 y 4000 Hz. Dicho escenario puede ser el mismo para la ballena jorobada, dado que comparten un rango de respuesta similar al de las ballenas grises.

IV.7. Diagnóstico Ambiental

IV.7.1. Diagnóstico ambiental en su parte abiótica

Para la elaboración del Diagnóstico Ambiental, se ha tomado como punto de partida la descripción de los diferentes componentes ambientales, los procesos que les dieron origen, así como aquéllos que actúan en la configuración actual en los diferentes niveles y escalas espacial y temporal de análisis.

En este caso, tanto el Área de Referencia como el SAR mismo se caracterizan por ser sistemas muy dinámicos y complejos en los cuales interactúan, de manera simultánea,

procesos de diferente magnitud y naturaleza, mismos que se manifiestan en diferentes escalas de tiempo y espacio, interrelacionándose entre sí y estableciendo una condición de equilibrio dinámico. Esto es, los mecanismos a través de los cuales se generan y transfieren los flujos de materia, energía e información dentro del sistema están definidos por la presencia simultánea de procesos, los cuales, en función de la variabilidad temporal, pueden o no tener un mayor peso específico en la dinámica funcional del sistema. De esta manera, los procesos de gran escala, mesoescala y locales actúan de manera conjunta pero diferenciada, pues en función de las diferentes escalas de temporalidad, uno de ellos puede ejercer un mayor predominio sobre el resto, modificando el comportamiento del resto de los componentes ambientales dependiendo de si se trata de la zona oceánica o de la zona costera.

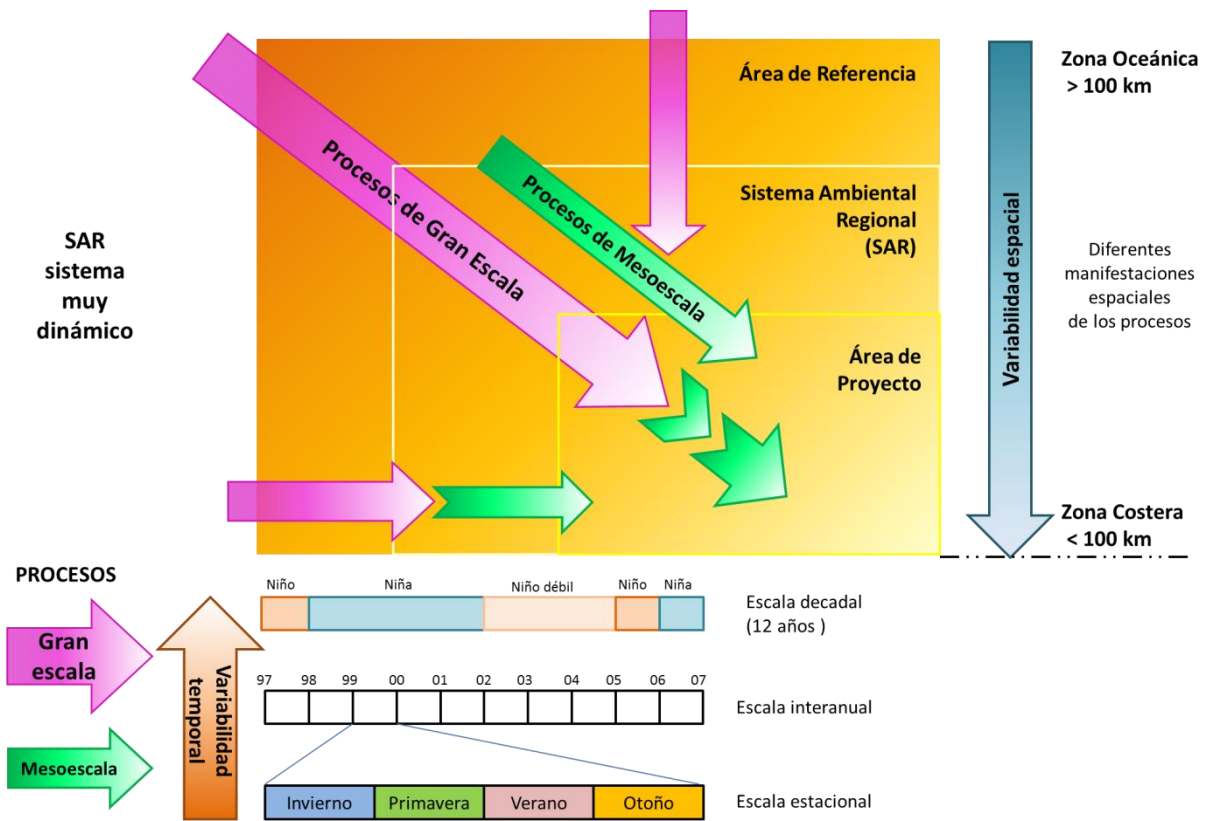


Figura IV. 1145. Esquema conceptual de la Variabilidad espacial y temporal de los procesos que interactúan en los diferentes niveles de aproximación espacio-temporal.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gaxiola Castro, Durazo, R, 2010; Espinosa Carreón, 2005; González Rodríguez, 2008.

El programa IMECOCAL ha logrado plantear para el período 1997 – 2007, a través de distintas investigaciones realizadas desde las diferentes entidades que en él participan, que tanto la Península de Baja California como el SAR se caracterizan por presentar un comportamiento variable pero siempre dentro de un cierto rango que permite reconocer patrones estacionales e interanuales. Derivando de la estrecha relación entre la atmósfera y el océano, algunos autores han estudiado la correlación y posible influencia de la variabilidad climática específicamente de la Oscilación del Sur (ENSO), comúnmente conocida como el fenómeno del Niño y de la Niña, identificando lo que los investigadores denominan como “señal niño” o “señal niña”. De esta manera, se ha reconocido una escala mayor de tiempo, en este caso nombrada por algunos autores como decadal, aunque algunos otros autores han señalado que el ciclo es de 12 años y se refiere a la fluctuación climática de largo período que ocurre en el Océano Pacífico, la cual afecta a la cuenca del Pacífico, al clima de Norteamérica, al Área de Referencia y, por ende, al SAR.

Así, para comprender la dinámica funcional del SAR en el medio abiótico, y debido a que los procesos se manifiestan en diferentes escalas de tiempo y espacio, a partir de los diferentes niveles de aproximación se abordaron las distintas temáticas ambientales.

De tal manera que a nivel del Área de Referencia, desde la bibliografía especializada, se retomó el análisis de la climatología de variables hidrográficas; patrones de corrientes; masas de agua y patrones de circulación en la escala mayor de tiempo; en este caso, para el período 1997-2008, ya que se cuenta con una sistematización en la toma de datos.

El investigador Durazo, R. *et. al.*, elabora un análisis del comportamiento de las masas de agua y la circulación; la distribución espacial de los promedios climatológicos; la dinámica geostrofica y la variabilidad climática a lo largo de la Península de Baja

California, con base en datos de CALCOFI e IMECOCAL. El estudio parte del comportamiento estacional de dichas variables hidrográficas y del registro de anomalías a lo largo de un período de 12 años. Esto permite identificar, a lo largo de la península de Baja California, un comportamiento interanual diferenciado espacialmente a partir de Punta Eugenia. Esto es, para el Área de Referencia, Durazo reporta que se pueden reconocer dos provincias: norte y sur, siendo Punta Eugenia el límite entre ambas (alrededor de la L 28°N).

Asimismo, con base en los cambios reportados para dicho período, Durazo, R., *et. al.* (en Gaxiola Castro, 2010), identifica y propone 4 etapas de variabilidad climática en función de las anomalías regionales identificadas de temperatura y salinidad:

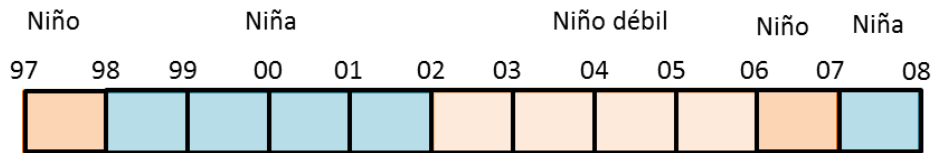


Figura IV. 1156. Registro de períodos de Variabilidad climática a nivel del Área de Referencia y del SAR para el período 1997- 2008 (escala decadal).

Fuente: Durazo, R. *et. al.* Climatología de las variables hidrográficas en Gaxiola Castro, 2010.

1. El Niño 1997- 1998, caracterizado por aguas más salinas y cálidas.
2. La Niña entre 1998 y finales de 2002 con valores de salinidad bajos entre ~0.1 – 0.2
3. El Niño débil 2002 a 2006 con una relativa baja salinidad.
4. Condiciones Niño de 2006-2007.

Debido a que el estudio abarca hasta 2008, Durazo reporta que las condiciones para este último año se pueden categorizar como Niña.

A partir de esta diferenciación, el SAR y el área del proyecto se localizan dentro de la región sur.

Durazo, R. señala que en el Sistema de la Corriente de California (SCC) las masas de agua que confluyen cerca de la superficie, la cual comprende de los 0 a los 100 m de profundidad, son el Agua Subártica (ASA), el Agua Tropical Superficial (ATS) y el Agua Subtropical Superficial (AStS). Entre los 100 y 400 metros de profundidad, debajo de la superficie, el flujo de la contracorriente acarrea Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESs). A mayor profundidad (debajo de los 500 m de profundidad) se localiza el Agua Intermedia del Pacífico.

En el caso del SAR y del área del proyecto, al localizarse a una profundidad promedio de 80 m, las masas de agua que se presentan en su interior y que definen la dinámica son de carácter superficial.

A lo largo del año, la circulación de las masas de agua depende de la estacionalidad de la Corriente y Contracorriente de California y de la presencia de procesos de mesoescala, entre otros factores, modificando el resto de las variables hidrográficas. De esta manera, para los meses de enero a julio, con una mayor intensidad en los meses de primavera, se presenta un ingreso y predominio de las aguas Subárticas. Esto se traduce en aguas más frías y de menor salinidad. Debido a la intensidad de la corriente, el efecto de forzantes locales, la intensificación de los vientos, la forma de la costa, entre otros factores, se propicia el desarrollo de procesos de mesoescala, tales como remolinos, giros, meandros, y, cercanas a la costa, las surgencias.

Mientras que a mediados de verano y otoño, se registra un ingreso de las masas de agua provenientes del ecuador, es decir la Contracorriente (CCC): el Agua Tropical Superficial (ATS) y el Agua Subtropical Superficial (AStS), las cuales son más cálidas y de mayor salinidad, generando una fuerte interacción y mezcla en la capa superficial. Esto representa un cambio en las condiciones de temperatura y salinidad, acompañado de un debilitamiento de los vientos.

En ambos casos, la estratificación de la columna de agua es modificada influyendo en el comportamiento estacional y espacial de la capa de mezcla y de la zona eufótica.

Espinosa Carreón señala que, si bien es cierto que en la profundidad de la zona eufótica es donde se realizan los procesos de fotosíntesis, la capa de mezcla (CM) es

un buen indicador de la zona superior del océano limitado por nutrientes ya que, además de la concentración de nutrientes, la tasa de crecimiento del fitoplancton está determinada por la luz. Los cambios en la CM promueven, como respuesta del fitoplancton, una variación de la distribución vertical de clorofila y, a su vez, de la producción primaria. La CM en el océano varía a lo largo del año determinada por el esfuerzo del viento y el calentamiento (enfriamiento) de la columna de agua (Kiefer y Kremer, 1981). Además, los procesos de mesoescala como remolinos ciclónicos, anticiclónicos, meandros, frentes y surgencias provocan también cambios en la CM. De tal forma que se puede establecer la importancia ecológica en los cambios estacionales y locales de la capa de mezcla.

Así, el comportamiento de la CM y su relación con la zona eufótica a nivel SAR definen condiciones distintas para la productividad fotosintética, la cual se mide a partir de los valores de clorofila-a (CLa). La clorofila-a, a su vez, influye en la productividad primaria y, con ello, en la distribución y biodiversidad del plancton.

Espinosa Carreón en 2005 y González Rodríguez en 2008 documentan dos períodos distintos sobre la productividad primaria y su relación con procesos de mesoescala; es decir, en ambos casos se busca identificar el papel de dichos procesos en el contexto de por lo menos dos escalas temporales: interanual y estacional. En el caso de Espinosa Carreón, define el período 1997-2002 y, en un segundo nivel de estudio, analiza el año 2000. Este período abarca un año Niño, y el resto un período con condiciones Niña en términos de variabilidad climática.

Mientras que el trabajo de González Rodríguez abarca de 2003 a 2006, período que se considera, para los dos primeros años, como un ciclo Niño débil, mientras que de 2005 a 2006 se categoriza como un Niño.

Espinosa Carreón documenta cómo algunos de los procesos físicos de mesoescala contribuyen a la producción primaria para el año 2000 en tres cuadrantes a lo largo de la Península de Baja California, siendo Punta San Hipólito el que se localiza en el sector norte del SAR. Al tratarse de un año en un período bajo la influencia del fenómeno de la Niña, los valores y resultados obtenidos por Espinosa permiten

entender el funcionamiento del SAR en un ciclo que provee mejores condiciones para el desarrollo de una mayor productividad primaria; es decir, a través de este trabajo de investigación se tiene una fotografía de un momento representativo de la productividad primaria neta.

Así, Espinosa Carreón estudia el efecto de las surgencias costeras (proceso de mesoescala) en la producción primaria en Punta San Hipólito, e identifica que el período de surgencias, tal y como lo documentan diversos autores, inicia a finales de marzo y se prolonga hasta julio, siendo abril el de mayor productividad primaria. La profundidad de la Zona eufótica para abril es de 33 metros y se angosta hacia julio para sólo alcanzar los 27 de profundidad. En el caso de la CM para abril, su profundidad fue de 27 metros, y para julio fue más somera de tan sólo 13 m de profundidad. A partir de las anomalías de la ANM y de acuerdo con Gill, Espinosa Carreón logra identificar que el agua subsuperficial que emergió por efecto de las surgencias provino de entre los 30 y 40 m de profundidad.

para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

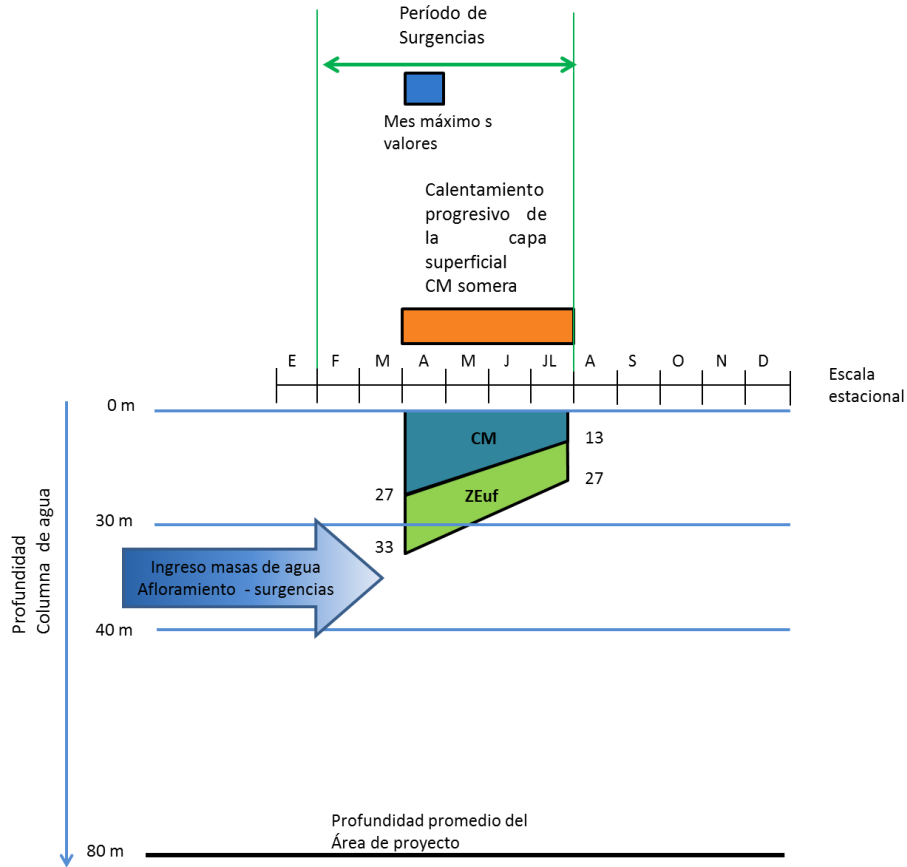


Figura IV. 116. Esquema conceptual de la relación entre la Capa de Mezcla/Zona Eufótica y presencia de surgencias en Punta San Hipólito.

González Rodríguez (2008) correlaciona las corrientes geostróficas con los valores de productividad primaria neta de manera mensual, lo que permite observar los cambios en la distribución espacial y temporal de ambos factores.

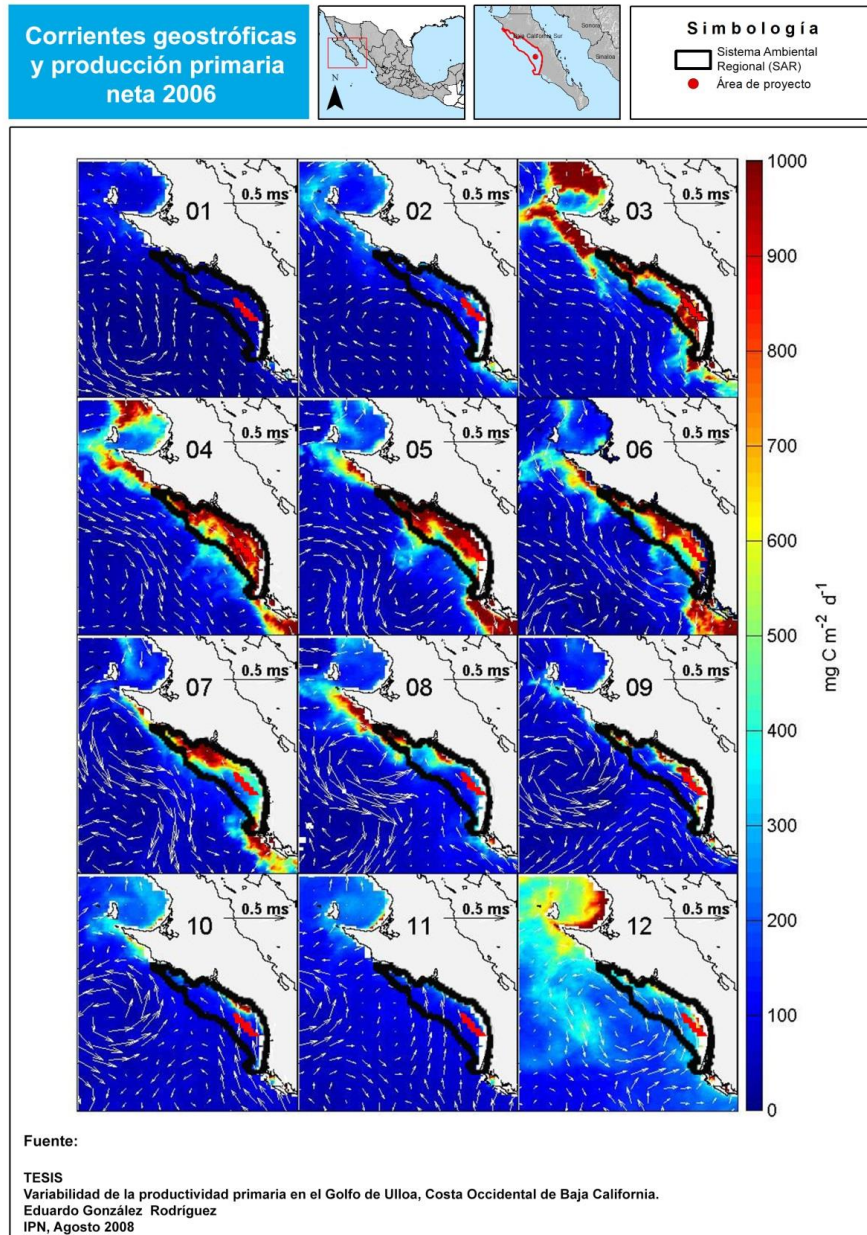


Figura IV. 117. Corrientes geostroficas y producción primaria neta para 2006 según González Rodríguez. Las flechas blancas indican la dirección y velocidad de las corrientes superficiales, la escala de colores indica los niveles de PPN. La figura 01 corresponde al mes de enero y así sucesivamente hasta diciembre.

Fuente: González Rodríguez, E. 2008. Variabilidad de la productividad primaria en la Bahía de Ulloa, Costa Occidental de Baja California.

De esta manera, es posible identificar que abril es el mes durante el cual se registran los valores más altos de PPN (productividad primaria neta) en todo el SAR. En mayo, junio y julio, la productividad primaria neta se presenta con mayores valores hacia el sector norte del SAR y, por fuera del SAR, hacia el sur a partir de Bahía Magdalena, mientras que a partir de septiembre hasta febrero, los valores de PPN descienden.

Ahora bien, y considerando las campañas de trabajo de campo IMECOCAL 1301 e IMECOCAL 1304B/O Golfo de Ulloa en Invierno (Febrero) y Verano (Junio) de 2013, las cuales abarcaron la zona comprendida entre las estaciones SAR_01 hasta la SAR_05 y el muestreo llevado a cabo en este estudio durante Otoño (Noviembre) de 2013; se determinaron diferencias significativas (Análisis de Varianza, ANOVA $\alpha=0.05$) entre la Temperatura, Salinidad y Sigma - t. Los resultados de las modelaciones fueron los siguientes:

En invierno y verano son en las que se registraron las menores temperaturas con valores promedio de 15.27 y 15.16 °C respectivamente, en otoño se registró la mayor temperatura con un promedio de 19.59 °C. Al igual que la temperatura las salinidades más bajas fueron en Invierno (33.98 UPS) y verano (33.80 UPS) y en otoño se alcanzó una salinidad de 34.06 UPS, finalmente el valor más bajo de $\sigma-t$ se registró en otoño (24.10) y los más altos en el resto de las estaciones (Invierno=24.90, Verano= 24.88).

La distribución vertical de la temperatura evidencia la diferencia entre las tres temporadas de invierno y verano en comparación con el otoño y es, en estas dos estaciones, donde se registran las temperaturas más bajas con una termoclina alrededor de los 20 m en invierno y 10 m en verano; en otoño la temperatura presentó un rango distinto con una termoclina más profunda que el resto de las temporadas (40m), debido al efecto dipolo de corrientes que se encuentra presente en esta temporada del año sin embargo en temporada es más evidente la estratificación térmica de la columna de agua (Jerónimo y Gómez-Valdés, 2006).

La distribución vertical de la salinidad presenta una distribución similar a la temperatura, es decir las salinidades más bajas en Invierno y verano y el aumento de esta en otoño, en el invierno se aprecia una marcada disminución alrededor de los 20 m y un incremento en verano a la misma profundidad, lo cual en combinación con la temperatura evidencia el inicio de la estratificación térmica durante el verano que continúa hasta el otoño en donde se registraron las mayores salinidades en superficie con un descenso muy marcado hasta los 30 m y un incremento a partir de los 50 m, esta distribución vertical sugiere la presencia de distintas masas de agua (Hernández-de-la-Torre *et al.*, 2003).

Finalmente, la densidad ($\sigma-t$) es menor en la temporada de otoño ya que la temperatura es mayor que el resto de las estaciones anuales y aunque la salinidad sea más alta en esta estación, es la salinidad la que tiene un mayor efecto sobre la densidad del agua de mar, lo cual provoca que los valores de $\sigma-t$ sean los más bajos del año (Wright, 1997). Sin embargo se puede apreciar un aumento en la densidad conforme aumenta la profundidad siguiendo el mismo patrón de la temperatura y la salinidad lo cual sugiere una masa de agua distinta.

En la Figura siguiente se muestra la variación vertical de la temperatura y salinidad en a) invierno, b) verano y c) otoño, en donde se aprecia una termoclina menos marcada que en el resto del año, ya que las condiciones ambientales de temperatura propician que las condiciones de estratificación disminuyan durante el invierno. Durante todo el año se presentan condiciones de estratificación, pero es en otoño, donde estas condiciones son más marcadas y se presenta una mayor estabilidad vertical (Saitsev *et al.*, 2014), lo cual se relaciona con el efecto de las corrientes locales que se presentan en esta temporada.

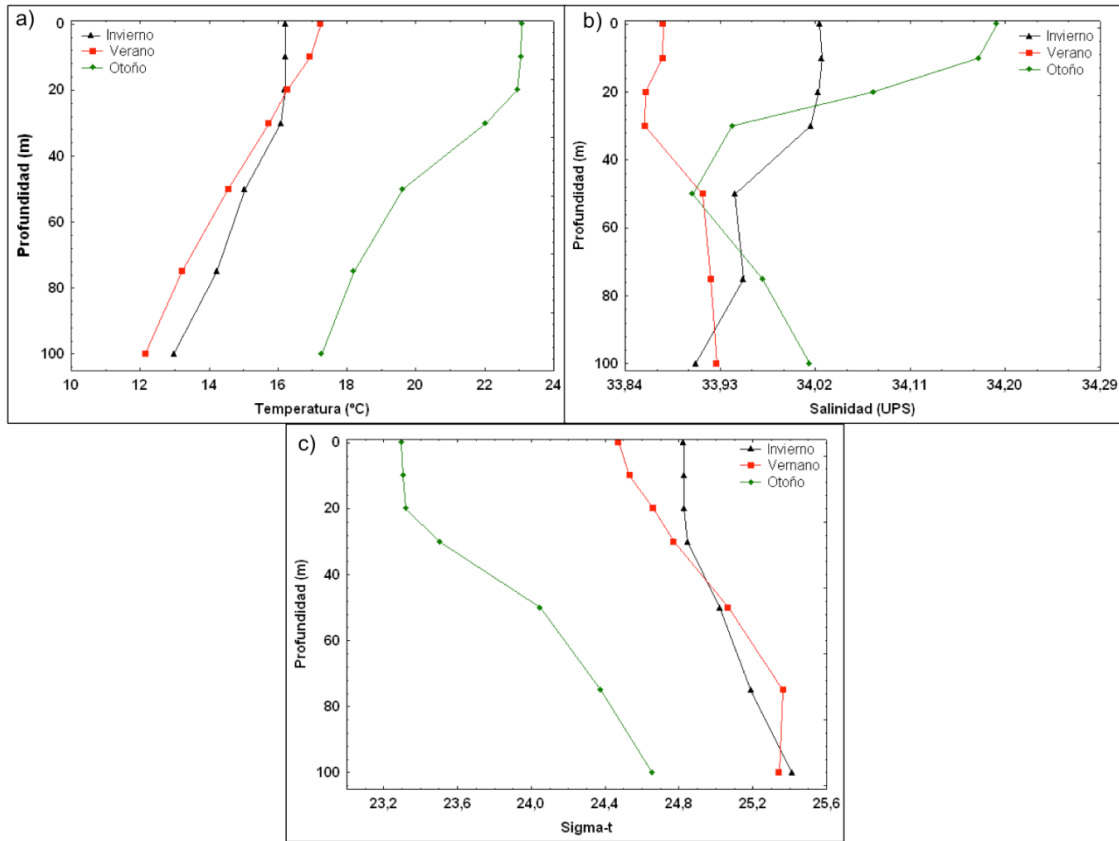


Figura IV. 118. Variación vertical de a) temperatura, b) salinidad y c) Sigma-t, para cada temporada del año 2013.

Este comportamiento vertical se presenta desde la zona norte y el centro del Golfo de Ulloa y la zona sur del Golfo de Ulloa hasta Bahía Magdalena, por lo tanto toda la zona en la que se llevara a cabo el dragado presenta condiciones de estratificación térmica termohalina durante todo el año. Lo anterior evidencia la influencia del acoplamiento tipo dipolo de corrientes marinas en otoño, ya que al existir dos tipos de giros uno más cálido que otro, la temperatura tiende a ser mayor que en el resto del año, lo cual se apreció desde la parte norte del Golfo de Ulloa hasta Bahía Magdalena (Saitsev *et al.*, 2014), así mismo, la salinidad tiende a ser mayor por efecto del afloramiento de agua más densa y finalmente el σ -t es el más bajo en superficie por efecto de las masas de agua más cálidas y aumenta con la profundidad, lo cual generará

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

que las masas de agua se mezclen en algunas zonas del Golfo de Ulloa durante la estación de Otoño.

Tal y como se señaló Durazo *et al.*, (2010) menciona que durante la mayor parte del año se presentan giros anticiclónicos superficiales presentando condiciones homogéneas a las costa de Baja California y es en otoño donde se presenta un estratificación y condiciones más estables (Gay y Cherskin, 2009), sin embargo, en estudios realizados de 1997 hasta 2013 se ha apreciado que generalmente en esta temporada se presentan temperaturas y salinidades más altas que en verano por lo que, a pesar de la estabilidad oceanográfica en la costa de Baja California en otoño, el escenario dentro del Golfo de Ulloa es distinto debido a que en algunas zonas las masas de agua subsuperficiales se mezclan con las superficiales por que la influencia de la corriente de California disminuye (Saitsev *et al.*, 2014) y se favorece el acoplamiento tipo dipolo por efecto de los vientos del noroeste.

Con respecto a la temperatura superficial (SST) promedio para varias series de tiempo, en el Golfo de Ulloa, y en la zona norte y fuera de Bahía Magdalena se evidencia la influencia que tiene la Corriente de California (CC) de noviembre a mayo, y durante el resto del año esta influencia disminuye (Avendaño-Ibarra *et al.*, 2004; Palomares-García y Gómez-Gutiérrez, 1996; Lluch-Belda *et al.*, 2003; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 1999; Lluch-Belda *et al.*, 2000), es por esto que la estabilidad de la columna de agua es menor durante estos meses y es de junio a octubre cuando esta influencia disminuye, por lo anterior se puede decir que la zona de estudio se ve influenciada por estos procesos a meso escala ya que desde el norte del Golfo de Ulloa y hasta Bahía Magdalena se aprecia el mismo comportamiento de la temperatura superficial del mar (SST).

Ahora bien, en la siguiente tabla se incluye a manera de resumen, los parámetros base en los que se basó el medio biótico para su caracterización y diagnóstico. En caso de aprobarse el proyecto, los siguientes datos referidos sirven de base para los monitoreos que se realicen posteriormente en la zona.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla IV. 22. Parámetros de línea base del marco abiótico

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

MEDIO ABIÓTICO	FACTOR	PARÁMETRO	VALOR DE DATOS A AGOSTO DE 2013
GEOMORFOLOGÍA Y FONDOS MARINOS	Topo-batimetría	No aplica	Plataforma suave sin cambios abruptos, bajo gradiente batimétrico
SEDIMENTACIÓN Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS			
CALIDAD DE SEDIMENTOS DE FONDO MARINO	Concentración en peso húmedo	Carbón orgánico total	8,400 – 20,000 mg/kg
		Al	3,490 – 7660 mg/kg
		As	2.34 – 25.2 mg/kg
		Cd	2.53 – 13.3 mg/kg
		Cr	25.9 – 57.1 mg/kg
		Ni	6.83 – 13 mg/kg
	Concentración en peso seco	Al	4960 – 14,760 mg/kg
		As	4.51 – 33.29 mg/kg
		Cd	3.53 – 19.14 mg/kg

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

MEDIO ABIÓTICO	FACTOR	PARÁMETRO	VALOR DE DATOS A AGOSTO DE 2013
		Cr	37.63 – 82.16 mg/kg
		Cu	5.12 – 11.56 mg/kg
		Pb	1.59 – 3.47 mg/kg
		Ni	9.88 – 25.05 mg/kg
	Granulometría	Predominio de arena limosa inferidos a partir de estudios	Se presentan arenas finas a muy finas cuyo grosor es de 0.063 – 0.210 mm Mal clasificada
Sustrato para hábitat	Nivel polígono del proyecto	Predominio de arena	
COLUMNA DE AGUA	Calidad	pH	7.61
		Oxígeno disuelto	9.98 mg/l
		Temperatura	Superficial Agosto-noviembre 22 – 24°C A 75 metros de profundidad Agosto: 13 – 16°C

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

MEDIO ABIÓTICO	FACTOR	PARÁMETRO	VALOR DE DATOS A AGOSTO DE 2013
			<p>Noviembre: 15 y 17°C</p> <p>Capa de mezcla de 0 a 40m de profundidad: 22 a 24°C</p> <p>55 m de profundidad: 14°C</p> <p>Fondo: 11.4°C</p>
		Profundidad Termoclina	<p>Agosto: 15 m</p> <p>Noviembre: 30 m</p> <p>45 a 55 m de profundidad</p>
		SST	Menor a 1.0 mg/l
		Turbidez	<p>Superficial: 1.0 UNPh-Volt</p> <p>Media: 0.25 – 2.5 UNPh-Volt Fondo: 0.25 – 2.0 UNPh-Volt</p>
	Nutrientes	Amonio	0.036 – 0.051 mg/L

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

MEDIO ABIÓTICO	FACTOR	PARÁMETRO	VALOR DE DATOS A AGOSTO DE 2013
		Nitratos	0.062 – 0.16 mg/l
		Nitrógeno total	0.23 – 0.43 mg/l
		Fósforo total	0.037 – 0.069 mg/l
		Ortofosfato	Menor a 0.03 mg/l
		Clorofila	Menor a 2 mg/l
	Metales pesados	As	1.45 µg/l
		Cd	0.060 µg/l
		Cr	0.27 µg/l
		Ni	0.55 µg/l
	Hidrodinámica	Velocidad media mensual a 20 metros de profundidad	0.03 a 0.02 m/s dirección este 0.08 a 0.12 m/s dirección norte
		Velocidad media mensual a 55 m de profundidad	0.0 a 0.03 m/s dirección este 0.06 a 0.085 m/s
		Velocidad promedio reportada para profundidades de 0 a 50 m Series de tiempo registradas	0.25 m/s dirección este Menos a 0.1 m/s norte

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

MEDIO ABIÓTICO	FACTOR	PARÁMETRO	VALOR DE DATOS A AGOSTO DE 2013
		con el ADCP	
ECOSISTEMAS	Productividad primaria	Perfil acumulativo	Mayor a 1 mg/m3 Región eutrófica

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

MEDIO ABIÓTICO	FACTOR	PARÁMETRO	VALOR DE DATOS A AGOSTO DE 2013

Tendencias de Desarrollo de la Región

El SAR tiene un gran potencial económico desde varios puntos de vista; sus recursos pesqueros son diversos e importantes; su atractivo turístico debido a los mamíferos marinos y a sus playas y, por los importantes yacimientos de fosfatos en su fondo.

En este panorama se inserta la minería marina como una nueva fuente de generación de recursos y potencial impulsor de las actividades socioeconómicas de la región. La minería marina es una actividad que se efectúa con tecnología de punta y ésta, la mayoría de las veces, no está al alcance de muchos de los países emergentes. Para México es un reto científico, tecnológico y económico que tarde o temprano deberá afrontar.

Los fosfatos que se extraigan del SAR son parte de un insumo estratégico (como lo establece el PND 2013-2018), ya que son un componente muy importante en el proceso de producción de alimentos agrícolas del país.

El reto no sólo se plantea a nivel tecnológico, sino que se enmarca en un escenario que debe resultar en una industria de bajo perfil en términos de contaminación, y que debe actuar de la mano con los otros actores de las actividades socioeconómicas de la región para lograr transformar a la Bahía de Ulloa en una región económicamente sobresaliente en todos sus aspectos y ecológicamente en equilibrio. Las tendencias que se prevén para la bahía consisten en convertir a la región en un polo de desarrollo económico en el Estado de Baja California Sur, si se sabe aprovechar la ventana de oportunidades que se abre en este momento. Esto requerirá concatenar esfuerzos para plantear actividades específicas que resulten en una armonización de las actividades intersectoriales. Esta tarea debe de ser asumida por una autoridad superior a las de los diferentes actores o grupos regionales.

Tendencia de Deterioro de la Región

Los conflictos derivados de las actividades pesqueras que se realizan en la zona ya se han manifestado de diferentes maneras; el uso de artes de pesca no equipadas con escapes para las tortugas generó un conflicto que llegó a la Cámara de Senadores de la República y motivó la formación de diversos grupos de académicos para estudiar la bahía, sus recursos y su forma de aprovechamiento racional sin conflictos intersectoriales.

Ecológicamente, existe un conflicto ya histórico entre las actividades pesqueras y la conservación de la tortuga en la región; este conflicto se ha estudiado sobre todo a partir del 2007 y se han presentado alternativas para su solución o minimización. La bahía es un importante refugio para varias especies de tortugas que se encuentran catalogadas como especies protegidas por las leyes mexicanas, como se pudo observar durante las campañas de investigación llevadas a cabo. Los mamíferos marinos son también abundantes y diversos, encontrándose entre ellos delfines, leones marinos y ballenas. Algunas de las especies de delfines encontradas en los trabajos de campo se encuentran catalogadas como especies protegidas. La diversidad, riqueza y abundancia hacen de la bahía un lugar atractivo para muchas especies; su variabilidad estacional, debido a que se encuentra en la zona de transición biogeográfica del Pacífico, presenta ecológicamente la oportunidad para especies superiores de encontrar alimento variado y abundante.

Algunos podrían considerar a la minería marina como un factor agresivo al medio ambiente, y esto puede deberse a que quizá no se analizan detalladamente y se dejan de lado elementos científicos de peso. En el caso muy particular de la Bahía de Ulloa, el proyecto se enfoca al dragado de sedimentos con un alto contenido de fosfatos, llamados arenas fosfáticas. El fondo marino que tiene estas características se encuentra pobremente poblado, como se pudo constatar en lo establecido en el presente capítulo y en la revisión de las imágenes tomadas con cámaras submarinas, debido básicamente al exceso de fósforo que, si bien es un factor importante para el florecimiento del fitoplancton, en exceso se convierte en un limitante para la vida marina. La remoción de los fosfatos puede tener, entre otros efectos, la restitución de un ambiente bentónico menos agresivo para los organismos y un aporte de fósforo a la columna de agua que, aunque bajo, sería importante para detonar un florecimiento de especies de fitoplancton.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

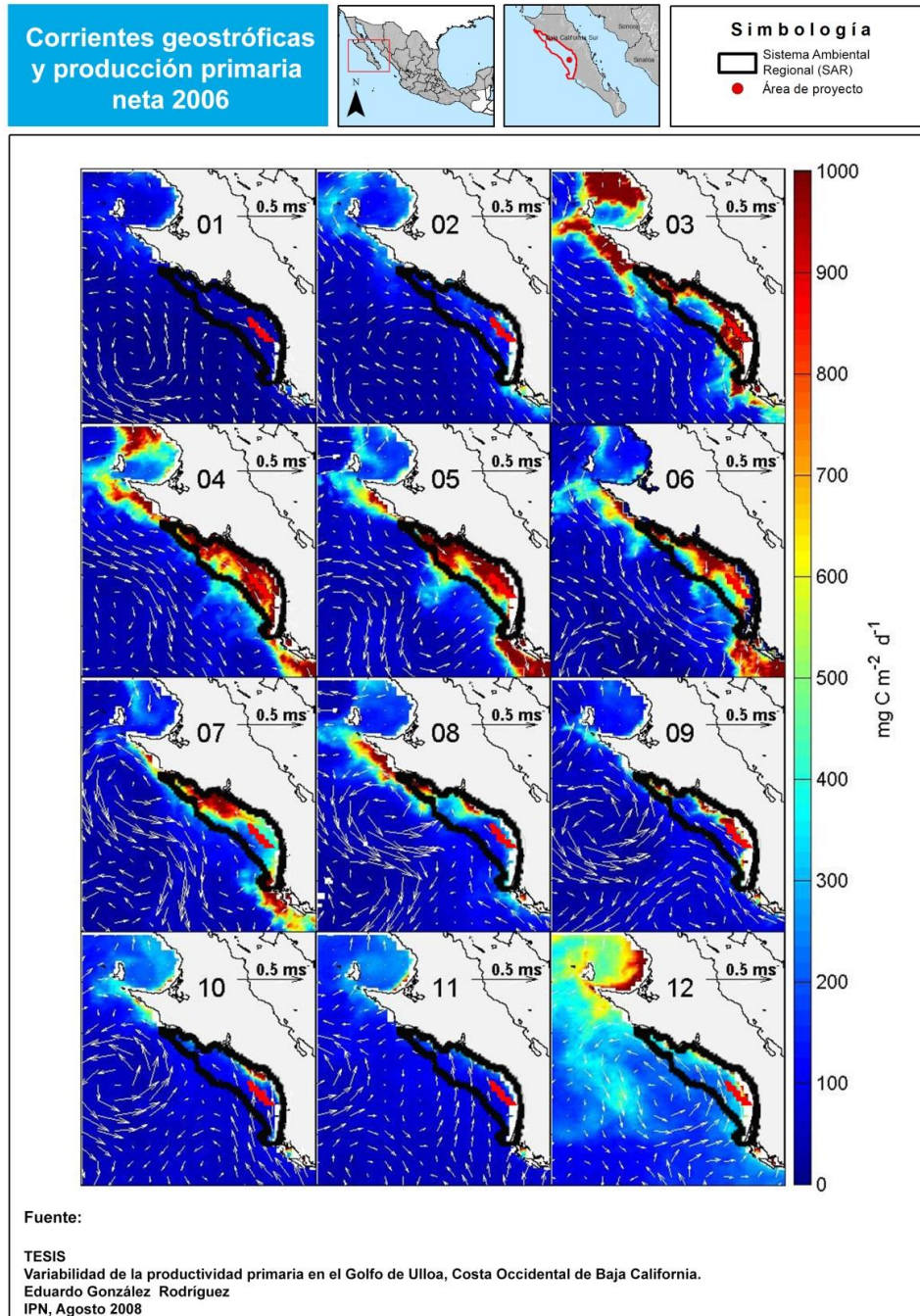


Figura IV. 1190. Corrientes geostróficas y producción primaria neta para 2006 según González Rodríguez. Las flechas blancas indican la dirección y velocidad de las corrientes superficiales, la escala de colores indica los niveles de PPN. La figura 01 corresponde al mes de enero y así sucesivamente hasta diciembre.

Fuente: González Rodríguez, E. 2008. Variabilidad de la productividad primaria en la Bahía de Ulloa, Costa Occidental de Baja California.

De esta manera, es posible identificar que abril es el mes durante el cual se registran los valores más altos de PPN (productividad primaria neta) en todo el SAR. En mayo, junio y julio, la productividad primaria neta se presenta con mayores valores hacia el sector norte del SAR y, por fuera del SAR, hacia el sur a partir de Bahía Magdalena, mientras que a partir de septiembre hasta febrero, los valores de PPN descienden.

IV.7.2. Diagnóstico ambiental en su parte biótica.

La costa de la región se desarrolla a lo largo de 348.9 km, desde Punta Abreojos en su porción norte, hasta Cabo San Lázaro en su extremo sur. En ella predominan los frentes arenosos con una longitud de 301.8 km (86.5% del total); la costa rocosa abarca 32 km (9.2%). La fracción restante del frente marino (15.1 km, 4.3%) está ocupada por las bocas y bocanas de sistemas costeros como lagunas, esteros y desembocaduras de arroyos, generalmente temporales. La más grande es la boca de la Laguna San Ignacio con 4.73 km.

En la región se contabilizan siete cuerpos de aguas interiores (lagunas, esteros y humedales) que cubren una superficie de 94,882 hectáreas, de las cuales 60,440 ha (63.7%) representan a la porción del complejo lagunar de Bahía Magdalena y 27,890 ha (29.4%) corresponden a la Laguna San Ignacio. El resto de dicha cobertura (6.9%) está constituida por cinco esteros y lagunas con bocas generalmente temporales.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

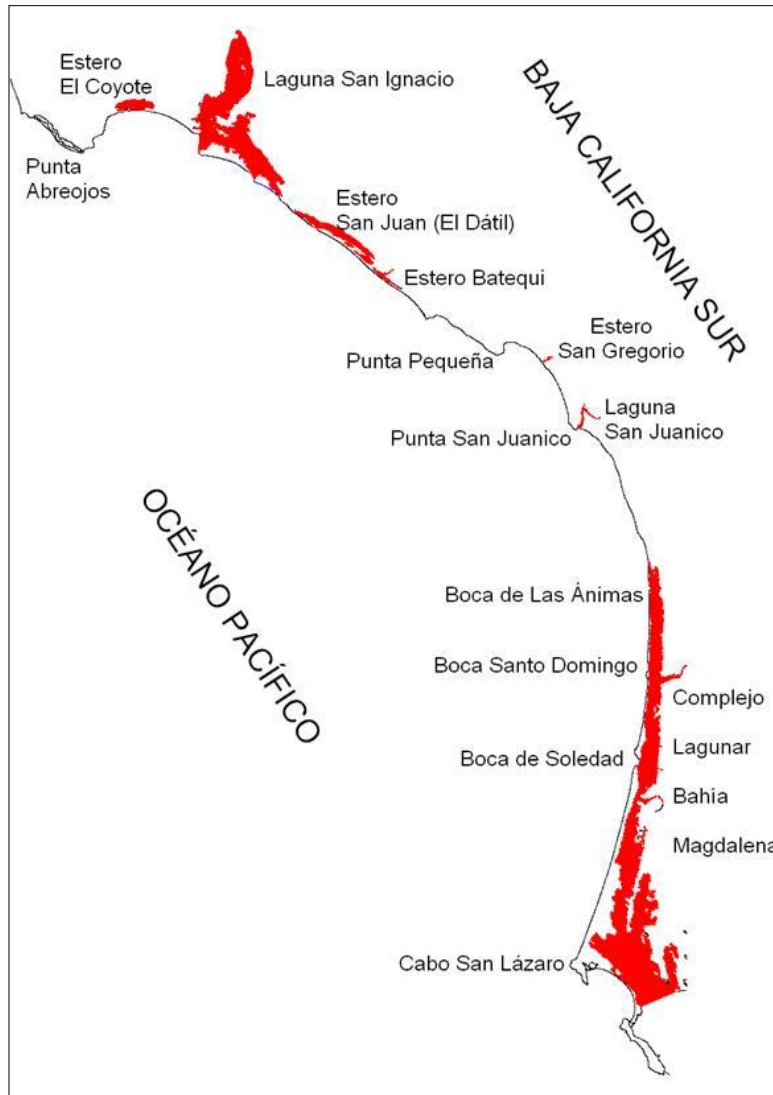


Figura IV. 1201. Cuerpos de agua costeros interiores en la región del Golfo de Ulloa.

Debido a que existen ecosistemas costeros, tales como estuarios, marismas, bahías poco profundas, manglares y humedales, se tiene que éstos influyen en la producción marina, desempeñando una función importante en el ciclo vital de muchos organismos marinos, entre ellos especies de valor económico, proporcionando zonas de reproducción, crianza y alimentación.

Al respecto, **es importante mencionar que la flora y fauna terrestre del Área de Referencia no será afectada de ninguna manera por las actividades del proyecto, ya que toda la actividad se realizará en el ambiente marino, quedando fuera del SAR la zona terrestre.**

En el mundo se registran cuatro zonas principales de bordes orientales donde se presentan surgencias a lo largo de casi todo el año, como ya se habló ampliamente en la parte abiótica. Estas comprenden el 0.1% del área de los océanos pero su eficiencia en la productividad es el doble que la del 90% del área oceánica y una cuarta parte más eficiente que las zonas costeras que comprenden el 9.9% (González Chávez y Arenas Fuentes, 2011).

Lo anterior de igual forma se ve reflejado dentro del Golfo de Ulloa, su importancia radica en que es un ecosistema de interés económico y científico, con gran importancia para el sostenimiento de recursos naturales y pesqueros de la región. Se considera un Centro de Actividad Biológica (BAC por sus sigla en inglés) con elevada productividad biológica y altas tasas de producción de biomasa, comparada con la productividad de las masas de agua circunvecinas, que influye en los ecosistemas adyacentes, lo cual propicia regiones marinas ricas en recursos naturales y pesqueros (Arreguín-Sánchez, 2000). Dentro de la región se encuentran ecosistemas costeros, tales como estuarios, marismas, bahías poco profundas, manglares y humedales, que influyen en la producción marina (Danemann & De la Curz Agüero, 1993).

Se ha reconocido que la topografía de los fondos marinos es un aspecto determinante para la existencia de estos ecosistemas. Sin embargo, están sujetas a una gran variabilidad relacionada con los cambios en el océano y la atmósfera, cuya cronología va desde variaciones diurnas, estacionales, interanuales, decadales y con periodos de mayor amplitud.

Dentro de las principales fuentes de variabilidad relacionadas con la productividad biológica, se destacan:

- Las corrientes oceánicas
- Vientos

Éstos últimos promueven la presencia de surgencias, que son el desplazamiento a la superficie de masas de agua de profundidad, con altas concentraciones de nutrientes, que propician un

incremento en la productividad primaria que favorece el aumento en la biomasa zooplanctónica y a su vez repercute en los siguientes niveles de la trama alimenticia del ecosistema.

De conformidad con la literatura, para el Golfo de Ulloa, se reporta que la productividad primaria muestra diferencias significativas entre los valores observados en invierno-primavera con respecto a los observados en verano - otoño como consecuencia del efecto de las surgencias (Martínez-López & Verdugo-Díaz, 2000). Sobresale el hecho de que las concentraciones de clorofila en invierno-primavera son cinco veces más altas que en la temporada cálida. El área de alta concentración durante los meses de calma se encuentra dentro de los 20 km a partir de la costa, mientras que durante los meses de surgencia rebasa los 80 km a partir de la costa (Lluch-Belda, 2000). En el Golfo de Ulloa los valores altos de concentración pigmentaria se presentan sólo durante tres meses indicando la intensidad y duración de las surgencias. De la misma manera, la distribución de la abundancia del zooplancton coincide espacialmente con las áreas de alta concentración de pigmentos, indicando un acoplamiento trófico entre los primeros consumidores y los productores primarios. En lo que respecta a huevos y larvas de peces, el Golfo de Ulloa muestra un potencial de retención que se restringe sólo a una a los meses de mayor productividad con un desplazamiento hacia el norte (Lluch-Belda, 2000).

Los datos mensuales de biomasa de zooplancton (1951–1960), indicaron que la temporada de alta producción ocurre entre mayo y agosto en la región norte y de junio a octubre en la región central, mientras que la temporada de baja producción es entre enero y marzo en ambas regiones.

Uno de los componentes del zooplancton con gran abundancia en el ecosistema marino es el grupo de los eufáusidos, los cuales son crustáceos pelágicos, mismos que han despertado un gran interés en los últimos años por su alta abundancia.

Los eufáusidos son el soporte de las pesquerías mundiales, originando grandes divisas en la economía de los países pesqueros. (González Chávez y Arenas Fuentes, 2011). Ramírez Rodríguez *et al*, 2010, reportan como especie relevante la langostilla (*Pleuroncodes planipes*), ya que es un abundante crustáceo decápodo del sistema de surgencias de la costa del Pacífico de Baja California. De conformidad con un estudio realizado por Guzmán Vizcarra en 1995,

durante el otoño e invierno se registraron los mayores rendimientos de ésta especie frente a Bahía de Ulloa.

E. Millán Núñez, realizó muestreos en la región de Baja California principalmente en dos épocas del año a 10 m de profundidad, identificando un total de 48 géneros entre los grupos de diatomeas y dinoflagelados, así como 38 especies de diatomeas en el sitio ubicado en Punta Abrejos; asimismo, observaron en los años 2001 y 2007, bajo condiciones de La Niña, que las diatomeas más sobresalientes fueron *Chaetoceros curvisetus* (Cleve), *Ch. didymus* (Ehrenberg) y *Corethron hystrix* (Hensen).

En recursos bentónicos, la región presenta alta diversidad de moluscos bivalvos (almejas) y gasterópodos (abulones y caracoles). Entre los crustáceos destaca la abundancia de langosta roja, camarón y jaibas. También se conoce el potencial de cangrejo mexicano para el desarrollo de pesca comercial.

Respecto a la ictiofauna, la costa occidental de Baja California tiene una alta diversidad de peces que se refleja en más de 400 especies (Fischer *et al.* 1995, Moser 1996) pertenecientes a la provincias San Dieguina y Panámica (Allen & Smith, 1988).

En la región del Golfo de Ulloa se tiene reportada la presencia de especies como el Calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es considerado un depredador activo y voraz, lo cual sumado a su corto ciclo de vida y amplia plasticidad ecológica lo convierten en un organismo oportunista que se adapta rápidamente a los cambios en las condiciones ambientales (G. Gaxiola y R. Durazo y editores, 2010).

Asimismo, resaltan por su importancia los mamíferos marinos, de las 47 especies que se conocen en México, 35 especies se han reportado en la costa occidental de la península de Baja California. En el Golfo de Ulloa se pueden observar ejemplares de ballena azul (*Balaenoptera musculus*), ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) cachalote (*Physeter macrocephalus*), ballena gris (*Eschrichtius robustus*), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), lobo marino de California (*Zalophus californianus*). Cabe mencionar que todas las especies anteriormente referidas se encuentran sujetas a protección especial de conformidad con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Con referencia a elasmobranquios, la NOM-059-SEMARNAT-2010 incluye al tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*,) y al tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*,) en la categoría de especies amenazadas.

Para el Océano Pacífico Oriental y la costa occidental de la península de Baja California, se cuenta con el registro de cinco especies de tortugas marinas: la tortuga marina carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga marina caguama (*Caretta caretta*), la tortuga marina laúd (*Dermochelys coriacea*), tortuga marina verde o del Pacífico (*Chelonia agassizii*) y la tortuga golfinia (*Lepidochelys olivacea*), mismas que migran grandes distancias hasta las aguas de Baja California para anidar y alimentarse de plantas e invertebrados principalmente (Nichols *et al.* 2000; Márquez *et al.* 2004). Todas ellas tienen la categoría en peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otros referentes internacionales (IUCN, 2000; CITES, 2004).

Especies de interés para la conservación

Se reconoce el interés para la conservación como ballenas, delfines, lobos marinos y tortugas marinas. En el caso de la ballena gris, en su temporada de arribo a la región del Golfo de Ulloa existen acuerdos para disminuir o detener la pesca en lagunas costeras; algunos pescadores derivan entonces a la prestación de servicios al turismo de observación de estos mamíferos.

Entre las especies de interés para su conservación, se encuentra la tortuga *Caretta caretta* en el Golfo de Ulloa. Debido a que esta especie presenta una ruta migratoria en la que las tortugas juveniles viajan de Japon a México: y el Golfo de Ulloa es su área principal de alimentación, esencialmente de organismos del macroplancton (gasterópodos, cnidarios, tunicados y cefalópodos).

Resultados derivados de los trabajos de campo

En cuanto a los resultados derivados de los muestreos realizados en campo, para el caso del fitoplancton se obtuvo que la Bahía de Ulloa tiene una diversidad y riqueza alta (115 especies, pertenecientes a 7 filos), donde la mayoría de los organismos encontrados son parte de las Cyanophyta (cianobacterias), Chlorophyta (algas verdes), Bacillariophyta (diatomeas), Cryptophyta (criptomonas), Pyrrophyta (dinoflagelados) y las Silicoflagellates (silicoflagelados); siendo el grupo de las diatomeas el dominante.

En cuanto al zooplancton se obtuvo una riqueza total de 187 posibles especies, sin embargo, se obtuvo una baja diversidad y riqueza conforme a los valores obtenidos de los índices ecológicos aplicados.

Para el caso de la epifauna, los principales grupos estuvieron compuestos por Porífera, Cnidaria, Nematoda, Nemertea, Mollusca-Bivalvia, Mollusca-Gastropoda, Mollusca-Polyplacophora, Arthropoda-Amphipoda, Arthropoda-Decapoda, Arthropoda-Isopoda, Arthropoda-Mysidacea, Annelida-Oligochaeta, Annelida-Polychaeta, Bryozoa-Ectoprocta, Lophophorata-Phoronida, Chordata y Sipuncula; siendo el grupo de nematodos el dominante; con una alta riqueza y abundancia.

La infauna estuvo compuesta por Cnidaria, Kinorhyncha, Nematoda, Nemertea, Mollusca-Bivalvia, Mollusca-Gastropoda, Mollusca-Nudibranchia, Crustacea-Amphipoda, Crustacea-Decapoda, Crustacea-Isopoda, Crustacea-Mysidacea, Crustacea-Maxillopoda, Annelida-Oligochaeta, Annelida-Polychaeta, Echinodermata-Holothuroidea, Phoronida, Chordata; siendo el grupo Annelida-Oligochaeta el más abundante, seguida por mollusca-bivalvia; con una alta riqueza y abundancia. Sin embargo, para el caso de los pepinos de mar (holotúridos), se tiene que éstos se encontraron a profundidades mayores a 150 m, por debajo de la profundidad de interés del proyecto y dentro del área de dragado, la diversidad y abundancia es muy baja.

En cuanto a los resultados obtenidos en campo respecto al grupo de mamíferos marinos (delfín, león marino, ballena); quelonios (*Caretta caretta*); elasmobranquios (tiburón), y aves marinas (pelícano y fragata), se presenta en los apartados correspondientes los registros obtenidos, confirmándose la presencia de algunas especies reportadas por la literatura. El resultado obtenido se puede deber a la

estacionalidad y duración del periodo de muestreo, pero también debido a que el área del proyecto contempla especies migratorias y residentes, principalmente tortugas marinas y mamíferos.

Al respecto, considerando los registros obtenidos en campo de avistamientos y de lo reportado en la bibliografía, para el proyecto, se realizó un Modelo Acústico Bajo el Agua por HR Wallingford. En dicho estudio, se empleó el modelo acústico HAMMER (modelo Hidro-acústico para la Mitigación y Respuesta Ecológica), a fin de predecir la "huella" del sonido propagado desde la draga y la bomba de cabezal de dragado durante las operaciones del proyecto; obteniéndose que los niveles sonoros previstos, realizado sobre las especies consideradas más relevantes de mamíferos marinos y tortugas marinas, concluyéndose que no se consideran probables de causar daño físico temporal o permanente a alguna de las especies consideradas; asimismo, el sonido propagado de las actividades de dragado no llega a las lagunas de la costa que utilizan las ballenas grises para parir y finalmente, se espera que la respuesta de comportamiento de las tortugas marinas dentro de las zonas consideradas para éste modelo, incluyan reacciones menores, como su alejamiento del área o sin respuesta alguna.

Análisis de conglomerados

Por otro lado, derivado del modelo de conglomerados, se obtuvo que la bahía se separa en tres regiones (Zona costera, intermedia y oceánica) en forma de bandas paralelas a la costa que se subdividen a su vez en otras más pequeñas (Ver siguiente imagen), dentro de las cuales los tipos de sedimentos y las corrientes costeras son las que determinan la distribución y abundancia de los organismos vivos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

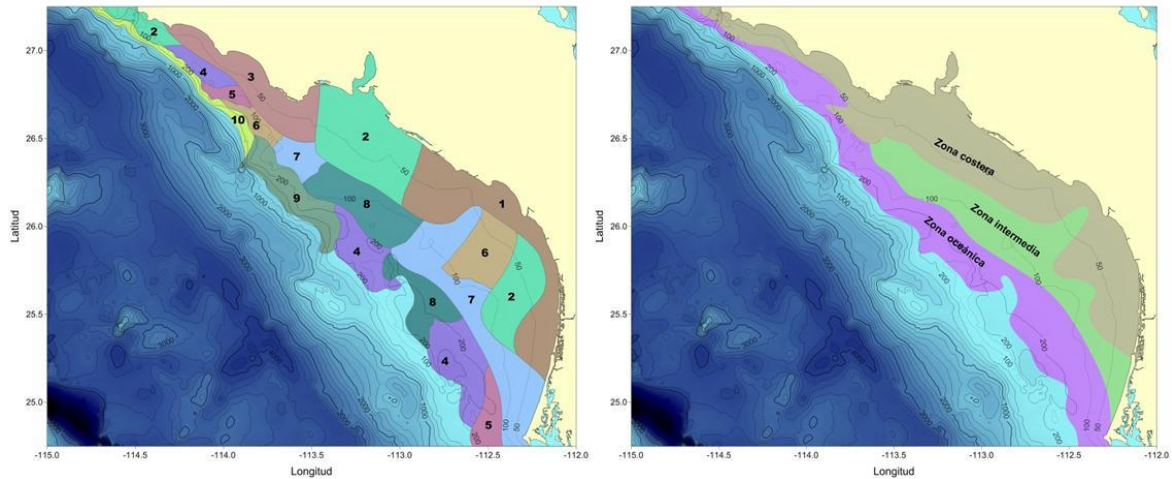


Figura IV. 1212. Biotopos básicos obtenidos del análisis de conglomerados.

Concluyéndose finalmente que a medida que el fondo se vuelve más limoso la diversidad y abundancia de los organismos decrece fuertemente. Esta situación no es algo nuevo, es el comportamiento normal de los sistemas marinos. En las regiones profundas los organismos bentónicos de mayor tamaño se vuelven raros y la diversidad es dominada por los organismos pequeños, como las bacterias. La región de interés para el proyecto se caracteriza por una ausencia de organismos casi total, con alto nivel de fósforo en los sedimentos, el cual impide que éstos se establezcan, el sedimento es de tipo limoso, con marcada ausencia de organismos bentónicos. Esta región es conocida entre los pescadores de la Bahía de Ulloa como la zona de los lodos.

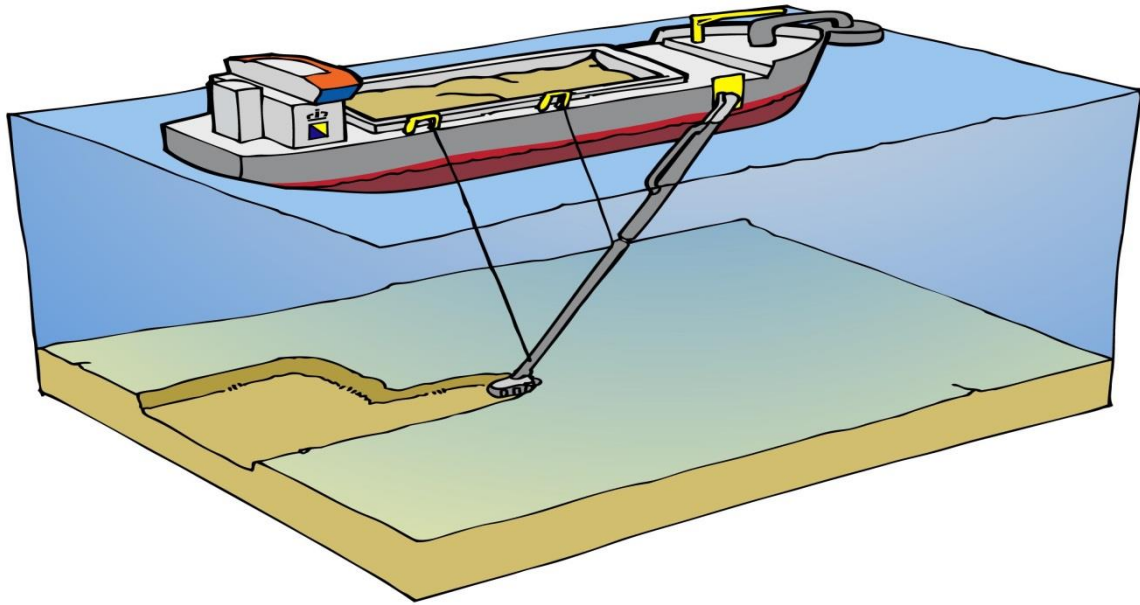
Pesca

Una de las actividades productivas en el SAR es la pesquería, y se reconoce la interacción de la pesca comercial de escama, tiburones y rayas con especies de interés para la conservación como ballenas, delfines, lobos marinos y tortugas marinas. Se destaca la incidencia de tortugas caguamas y golfinas en redes escameras y tiburonerías de fondo y superficie, palangres de superficie y de fondo, y simpleras.

CAPÍTULO V

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

*IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL*



INDICE

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	16
V.1. Introducción	16
V.2. Identificación de Impactos.	20
V.2.1. Acciones del proyecto susceptible de producir impactos.....	20
V.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.	22
V.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno.....	25
V.2.3.1. El sistema de información geográfica.....	27
V.2.3.2. Grafos o redes de interacción proyecto-entorno.	27
V.2.3.3. Lineamientos Internacionales	31
V.2.3.4. Matrices de interacción.	31
V.2.3.5. Juicio de expertos.....	32
V.2.4. Cribado y denominación de las interacciones o impactos.....	36
V.3. Valoración de Impactos.....	38
V.3.1. Caracterización de Impactos: índice de incidencia.....	38
V.3.1.1. Descripción y análisis de resultados obtenidos a partir de la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales y de la Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales.....	52
V.3.2. Caracterización de Impactos: determinación de la magnitud.....	54
V.3.3. Caracterización de Impactos: determinación de la significancia	54
V.3.3.1. Criterio jurídico.....	55
V.3.3.2. Criterio ecosistémico (integridad funcional).....	56
V.3.3.3. Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental).	56
V.3.3.4. Criterio de capacidad de carga.	56
V.4. Análisis de la Significancia de los Impactos por Componente.....	56
V.4.1. Impactos Ambientales	60
V.4.2. Otros Impactos.....	206
V.5. Resumen de Impactos Ambientales.....	208
V.6. Impactos Residuales y Acumulativos.....	1

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “*Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego*”

V.6.1.	Impactos Residuales	1
V.6.2.	Impactos Acumulativos.....	2
V.7.	Conclusiones.....	21

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1. Introducción

Con base en el análisis que se realizó en los apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), eventos de cambio en el mismo, así como su caracterización, análisis y diagnóstico, en este capítulo se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno; sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los efectos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto. Derivado de ello, el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, y su relevancia en términos de la definición del impacto ambiental relevante conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)¹⁵.

Si bien, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de acuerdo con lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA, de acuerdo al tipo de obra o

¹⁵ IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, Artículo 13 del REIA.

actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía. Por ello, el contenido de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del SAR. Consecuentemente, aun cuando se tomó como referencia la guía de SEMARNAT para la elaboración del presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 13 del REIA.

Derivado de lo anterior, se presenta a continuación, de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el proyecto, el cual se llevó a cabo para la evaluación del impacto ambiental del mismo, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

- a) Identificación
- b) Caracterización
- c) Evaluación

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus fases y en particular, las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno del SAR, considerando para ello, la información señalada en el Capítulo II sobre las actividades a desarrollar, así como la información del Capítulo IV sobre la delimitación del SAR y la descripción de sus componentes ambientales. Posteriormente, se identificaron las relaciones causa-efecto, que en sí mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estimó más adelante. Las relaciones causa-efecto se identificaron con la ayuda de grafos realizados para el proyecto. Dicha metodología se describe más adelante. Una vez identificadas las relaciones causa-efecto, se elaboró un cribado para posteriormente determinar su denominación, es decir, se establecen los impactos como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder de

esa manera determinar el índice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración. Para ello, se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por Gómez-Orea (2002), jerarquizando así los impactos con el índice de incidencia. A partir del índice de incidencia y la magnitud de cada impacto, se hace un análisis de la relevancia o significancia de los impactos; estos mismos se evalúan a través de una serie de criterios jurídicos, ecosistémicos y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionados con su efecto ecosistémico, para poder así, valorar y posteriormente, describir los impactos de todo el proyecto sobre el SAR, finalizando el capítulo con las conclusiones del mismo.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

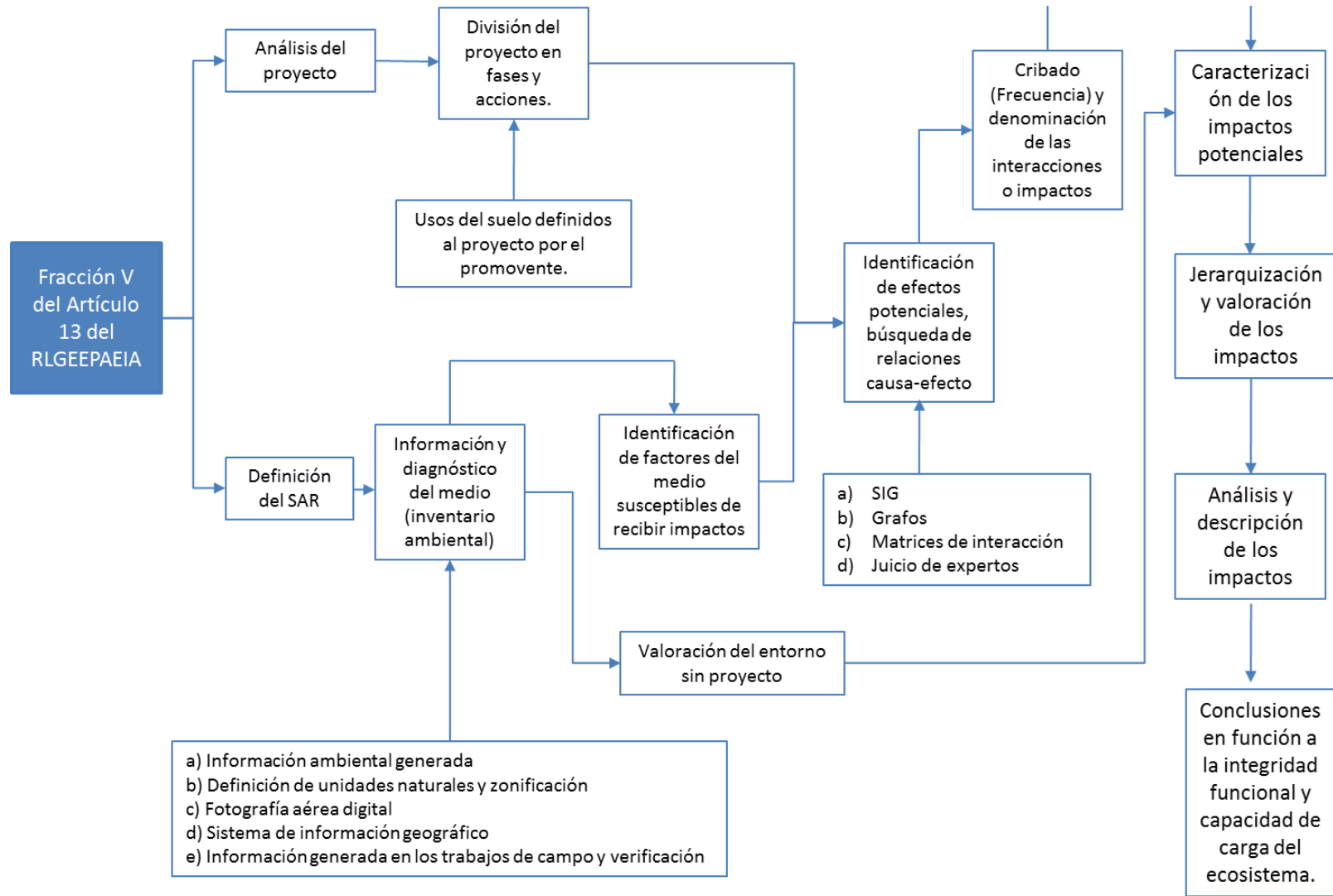


Figura V.1. Diagrama de flujo del proceso metodológico.

V.2. Identificación de Impactos.

En el desarrollo del presente capítulo, se diseñó un proceso metodológico que comprende, por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SAR para identificar cada uno de los factores y sub-factores que puedan resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (actividad); de manera que se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SAR.

V.2.1. Acciones del proyecto susceptible de producir impactos.

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea, 2002).

Acciones concretas: las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Aunado a lo anterior, para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en las fases y las acciones concretas. En este caso, cabe hacer mención que de acuerdo con las características propias del proyecto, tal y como quedó asentado en el Capítulo II de la presente MIA, habrá sólo una etapa correspondiente a la Operación aplicable al proyecto.

Las acciones concretas se derivan de la operación del siguiente equipo:

Tabla V. 1. Equipo para la operación del proyecto.

Equipo
Draga
Barcaza

Cabe destacar que, para efectos de impacto, en la tabla siguiente se agrupan y organizan las actividades de los equipos del proyecto descritos en la Tabla V.1, diferenciando las actividades

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “*Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego*”

que originarán impactos. Es importante aclarar que el dragado y separación de arenas fosfáticas son varias actividades que ocurren simultáneamente pero que, en términos de impacto, las hemos separado para diferenciar los impactos que ocurren en el fondo marino respecto de los que ocurren en la columna de agua.

Tabla V. 2. Fases y acciones del proyecto.

Fases	Acciones
Operación y mantenimiento de la Draga	Dragado (remoción y extracción) de arenas fosfáticas y su descapote
	Cribado y carga en tolva
	Desplazamiento de draga
	Mantenimiento y limpieza
	Bombeo de material dragado a la barcaza
Operación (Proceso de Preparación para el Transporte)* y mantenimiento de la Barcaza	Proceso de enjuague
	Separación y cribado mecánico
	“Overflow” de conchas y material de mayor tamaño
	Vertido de agua de enjuague
	Manejo y almacenamiento de combustibles
	Áreas de oficinas y servicios (Manejo de residuos)
	Mantenimiento y limpieza

*Cabe destacar que el Proceso de Preparación para el Transporte, descrito en el Capítulo II, se llevará a cabo en la barcaza. Por ello, para efectos de impacto, en el presente capítulo nos referiremos a este proceso como la operación y mantenimiento de la barcaza.

V.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire y agua (Gómez-Orea, 2002). Así como ya se demostró en el Capítulo IV de la presente MIA, y en la siguiente tabla donde se presentan

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “*Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego*”

los componentes y factores del entorno, se ha derivado la complejidad del entorno así como su carácter de sistema, el cual se desglosa en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

Tabla V. 3. Componentes y factores del entorno.

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Geomorfología y Fondos marinos	Topo-batimetría
		Sedimentación y transporte de sedimentos
		Calidad
		Granulometría
		Sustrato para hábitat
	Columna de Agua	Calidad
		Turbidez
		Oxígeno disuelto
		pH
		Nivel de ruido
	Aire	Calidad (partículas suspendidas y gases de combustión)
Biótico	Organismos bentónicos	Distribución
		Diversidad
	Fauna marina	Individuos de especies de Ictiofauna
		Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos y peces cartilaginosos (elasmobranquios)*
		Zonas de desplazamiento de tortugas marinas

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Medio	Componente	Factor
		Individuos de especies de aves marinas
	Ecosistemas	Productividad primaria
		Hábitat
Socioeconómico	Actividades productivas locales	Actividades productivas locales (Actividad pesquera)
	Economía Regional	Beneficios en la economía regional

*en este caso por lo emblemático de los elasmobranchios, no se incluyen dentro de la ictiofauna.

V.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes fases del proyecto. Las principales herramientas utilizadas son:

- a) Sistema de información geográfica
- b) Grafos o redes de interacción causa-efecto
- c) Matrices de interacción
- d) Juicio de expertos

A continuación, se describen brevemente cada una de ellas:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “*Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego*”

Tabla V. 4. Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Herramienta	Descripción
Sistema de información geográfica	Para el proyecto, se generaron mapas de inventario de manera que, a través de la sobre-posición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación se reflejen de forma directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	<p>Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aun cuando esta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones; es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices sean consideradas de forma complementaria (Gómez-Orea, 2002).</p> <p>En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha.</p>
Matrices de interacción	Son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto, causa de impacto y en la otra, los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. Ambas entradas son identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que averiguar después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilitan mediante la utilización de métodos diseñados para ello, en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas, comparando y revisando los resultados individuales, hasta llegar a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe (Gómez-Orea, 2002).

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman, por lo tanto, la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la evaluación de impacto ambiental (EIA) ya que “un impacto que no es identificado, no es caracterizado, ni evaluado, ni descrito”.

V.2.3.1. El sistema de información geográfica.

Para la caracterización del SAR se utilizó:

- a) Información ambiental generada para el área
- b) Definición de unidades naturales y zonificación del área
- c) Sistema de información geográfica
- d) Información generada en los trabajos de campo y verificación

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del polígono y el SAR definido y delimitado para el proyecto.

V.2.3.2. Grafos o redes de interacción proyecto-entorno.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “*Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego*”

Se realizaron grafos para la etapa de operación y mantenimiento de la infraestructura del proyecto. Se eligió dicha técnica ya que permite representar, sobre el papel, las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio (Ver Figura V.2).

Asimismo, a modo de ejemplo en la Figura V.3, se establece una imagen esquemática de funcionamiento de la draga y su relación causal de efectos e impactos directos e indirectos que estarán ocurriendo en la columna de agua y en el fondo marino.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

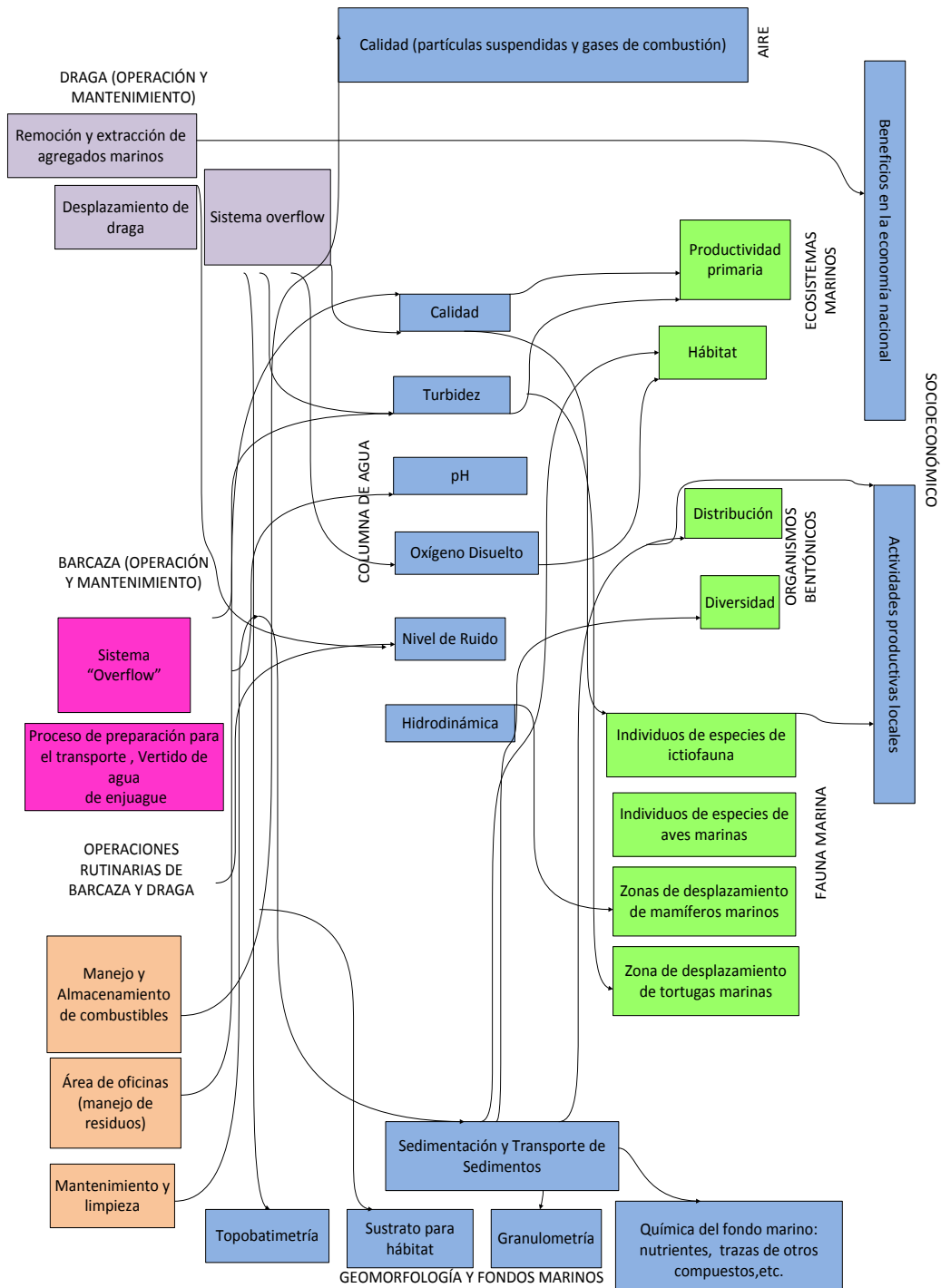


Figura V.2. Grafo de Interacciones proyecto/entorno.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

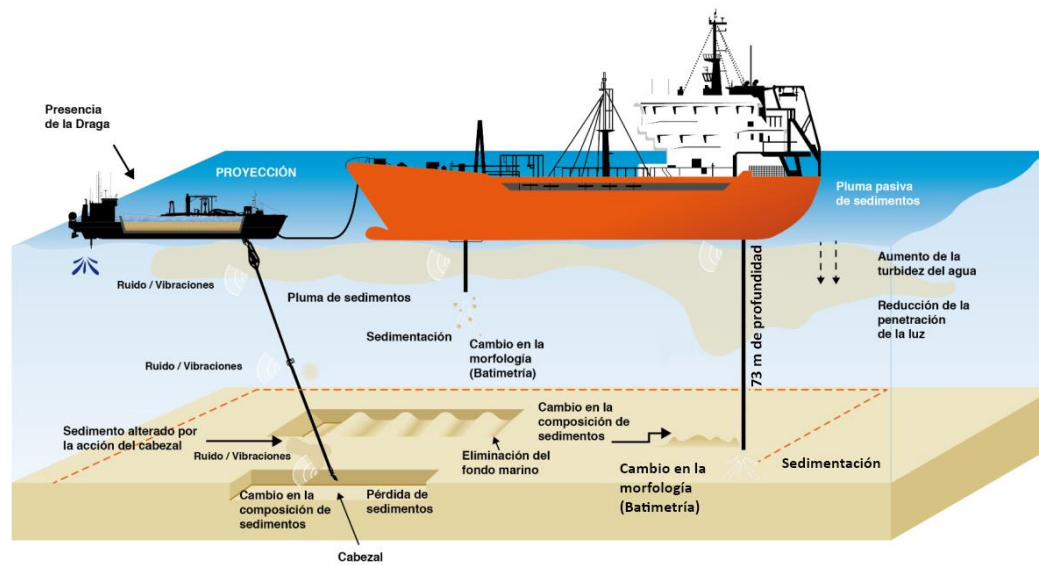


Figura V.3. Ejemplo de esquema de funcionamiento de la draga en relación con la ocurrencia de impactos.

V.2.3.3. Lineamientos Internacionales

De manera consistente con los lineamientos internacionales, y con los conceptos propuestos por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (ONU, 2003 y 2005), se realizará un análisis de los impactos ambientales a partir de la definición de los generadores de cambio¹⁶ ligados al proyecto y al impacto ambiental significativo sobre el ambiente, específicamente sobre los servicios del ecosistema identificados en la región.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (ONU, 2003 y 2005) utiliza una serie de definiciones clave, que nos parecen adecuadas para el presente propósito, como son:

Ecosistema. Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional. Los seres humanos son parte integral de los ecosistemas. Los ecosistemas presentan diferencias ostensibles de tamaño; una poza pasajera en la hendidura de un árbol y una cuenca oceánica pueden ambas constituir un ecosistema.

Servicios que prestan los ecosistemas. Los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que el medio ambiente, incluyendo el ser humano, obtienen de éstos. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos, el agua, la energía; servicios de regulación, los ciclos de los nutrientes y los componentes de la biodiversidad, como diversidad, abundancia, etc.

V.2.3.4. Matrices de interacción.

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, ya mencionada anteriormente, respecto de la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente matriz de interacciones o de identificación de impactos (Tabla V.5), tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), además de la prospección ambiental del predio, y las unidades ambientales definidas.

¹⁶ Los generadores de cambio (o *drivers of change en inglés*) tienen como consecuencia un efecto o un impacto sobre los servicios del ecosistema y afectan el bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capítulo II), y tomando también en cuenta los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable (Tablas V.1 y V.2). Esta matriz se denominó *Matriz de Identificación de Impactos* (Tabla V.5), la cual permite identificar los impactos negativos que generará el proyecto, evidenciando qué componente es el más afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo del mismo que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado. Como ya se mencionó, esta primera matriz apoya el análisis del grafo (Figura V.2), y el SIG, enmarcado en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito, ya que no sólo se identifican los impactos sino que, como resultado de ello, se definirán posteriormente las medidas de prevención, mitigación y compensación que son parte integral de los programas que conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental propuesto para el proyecto y que se describe en el siguiente Capítulo VI.

V.2.3.5. Juicio de expertos.

El juicio de expertos se consideró en todo momento para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos del proyecto.

A continuación se presenta la matriz que se elaboró para el proyecto:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla V. 5. Matriz de Identificación de Impactos.

Fases		Operación y mantenimiento de la Draga					Operación y mantenimiento de la Barcaza						Totales		
		Remoción y extracción de arenas fosfáticas	Cribado y carga en tolva	Desplazamiento de draga	Mantenimiento y limpieza	Bombeo de material dragado a la Barcaza	Proceso de enjuague	Separación y cribado mecánico	overflow (pluma de dispersión)	Vertido de agua enjuague	Manejo y almacenamiento de combustibles	Áreas de orcinas y de servicios (Manejo de residuos)	Mantenimiento y limpieza	Total de interacciones	Interacciones positivas
Organismos bentónicos	Distribución	1	1	1				1	1				5	0	10
	Diversidad	1	1	1				1	1				5		
Fauna marina	Individuos de especies de Ictiofauna	1		1				1	1				4	0	15
	Individuos de especies de aves marinas			1				1	1				3		
	Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos y peces cartilaginosos (Elasmobranquios)	1		1				1	1				4		
	Zonas de desplazamiento de tortugas marinas	1		1				1	1				4		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Ecosistemas marinos	Hábitat	1		1					1	1	1	1		6	0	9
	Productividad primaria	1		1					1					3		
Geomorfología y fondos marinos	Topo-batimetría	1							1					2	0	19
	Sedimentación y transporte de sedimentos	1		1					1	1				4		
	Calidad	1	1	1					1		1			5		
	Granulometría	1	1	1				1	1					5		
	Sustrato para hábitat	1		1					1					3		
Columna de Agua	Calidad	1		1	1	1			1	1	1	1	1	9	0	19
	Turbidez	1		1					1	1		1		5		
	Oxígeno disuelto			1					1	1		1		4		
	pH									1				1		
	Nivel de Ruido	1		1					1	1				4		
	Hidrodinámica			1					1	1		1		4		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Aire	Calidad (partículas suspendidas y gases de combustión)	1	1	1	1	1	1	1	1		1			9	0	9
Socioeconómico	Actividades productivas locales (Actividad Pesquera)			1					1	1	1	1		5	0	5
	Beneficios en la economía regional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	12	0
Total de interacciones Positivas														12		
Total de interacciones negativas														94		
Total de interacciones														106		

En la Tabla V.5 correspondiente a la *Matriz de identificación de impactos (Interacciones proyecto-entorno)*, se analizaron las interacciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en Fases y éstas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno, que a su vez se expresó como componentes y factores que pudieran verse afectados por las acciones del proyecto. De ello se identificaron un total 106 interacciones de las cuales 94 interacciones son negativas y 12 positivas dentro de los 7 componentes del entorno y las 12 actividades del proyecto. Se determinó que: 15 interacciones negativas corresponden al componente fauna marina, 10 al componente organismos bentónicos, 9 a los ecosistemas marinos, 19 al componente de geomorfología y fondos marinos, 27 al componente columna de agua, 9 al componente aire, y 5 a las actividades pesqueras. Las interacciones positivas corresponden a beneficios a la economía regional.

V.2.4. Cribado y denominación de las interacciones o impactos.

De las interacciones encontradas en la matriz se realizó un cribado; es decir, se analizaron cuáles son los efectos que resultan de dichas interacciones entre las actividades y los factores ambientales que se intervienen. Para el caso del presente proyecto, se tienen 15 impactos ambientales (negativos).

En la Tabla V.6, se enlistan los impactos ambientales identificados, denominándolos en términos de la alteración que introduce la actividad en los factores del entorno.

Tabla V. 6. Factores e impactos ambientales.

Componente	Factor	Impacto
Organismos bentónicos	Distribución	Afectación a la distribución local de organismos bentónicos
	Diversidad	Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas
Fauna marina	Individuos de especies de ictiofauna	Pérdida de individuos de especies de ictiofauna

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto
Fauna marina	Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos y peces cartilagosos (elasmobranquios)	Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilagosos (elasmobranquios)
Fauna marina	Zonas de desplazamiento de tortugas marinas	Pérdida de individuos de especies de tortugas marinas
Ecosistemas marinos	Hábitat	Pérdida del hábitat
	Productividad primaria	Alteración en la productividad primaria
Geomorfología y Fondo marino	Topo-batimetría	Cambios en la topografía del fondo marino
	Calidad/Sedimentación y transporte de sedimentos	Alteración en la composición y transporte de sedimentos
Columna de agua	Calidad	Alteración en la calidad del agua marina
	Turbidez	Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua
	Nivel de ruido	Contaminación submarina por ruido
Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de partículas suspendidas y gases de combustión
Socioeconómico	Actividades productivas locales (Actividad Pesquera)	Afectación a la actividad pesquera

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto
Socio- económico	Economía Nacional	Beneficios en la economía regional

V.3. Valoración de Impactos.

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado, y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración donde:

- a) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado¹⁷.
- b) La **incidencia** se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración y que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad.

V.3.1. Caracterización de Impactos: índice de incidencia.

Como se mencionó anteriormente, la incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual es definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración. Por ello, tomando como base el juicio de expertos, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, y el grafo que le dió origen, se

¹⁷ Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto que, para el caso de esta MIA, se refiere al SAR definido.

generó una tabla de impactos ambientales por componente y por factor ambiental (Tabla V.6).

A cada uno de dichos impactos se le atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1, mediante la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación, el cual fue propuesto por Gómez Orea (2002)¹⁸, de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar la MIA.

- 1) Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir el carácter del atributo, mismo que se cita en la Tabla V.7;
- 2) Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (Tabla V.7); cabe hacer mención que, para mayor claridad sobre la aplicación de cada valor, así como para su reproducción por parte de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), se definió cada rango en la Tabla V.8;
- 3) El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del algoritmo simple que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto (Tabla V.7) y sus rangos de valor o escala de la Tabla V.8:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc^{19} \quad \text{Expresión V.1}$$

- 4) 4) Se estandarizó el valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{\max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor que para el caso de esta evaluación, será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{\min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

¹⁸ Domingo Gómez Orea (2002), página 330.

¹⁹ Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pág. 330.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

Tabla V. 7. Atributos de los Impactos Ambientales.

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible a corto plazo	1
	Reversible a mediano plazo	2
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	irrecuperable	3

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla V.8. Descripción de la escala de atributos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: El impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: Cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5 años.	Largo: La actividad dura más de 5 años.
Reversibilidad del	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las	A largo plazo: El impacto podrá ser revertido naturalmente en un período mayor a tres años, o

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “*Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego*”

Atributos	Escala		
	1	2	3
impacto (R)	período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	no ser reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: Cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un período definido de tiempo.	No aplica	Permanente: El efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado pueda volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: Que el componente afectado no pueda volver a contar con sus características (efecto residual).

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la **Tabla V. 9.** Matriz de caracterización de impactos. Éstas permiten:

- a) Evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia.
- b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla V. 9. Matriz de caracterización de impactos.

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Organismos bentónicos	Distribución	Afectación a la distribución local de organismos bentónicos	N	3	1	3	1	3	3	3	3	20	0.75
	Diversidad	Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas	N	3	1	1	1	1	3	1	1	12	0.25
Fauna marina	Individuos de especies de ictiofauna	Pérdida de individuos de especies de ictiofauna	N	3	3	3	1	1	1	1	1	14	0.375
	Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos y	Afectación a individuos de especies de	N	3	3	1	3	1	1	1	1	14	0.375

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
	peces cartilagosos (Elasmobranquios)	mamíferos marinos y peces cartilagosos (Elasmobranquios)											
	Zonas de desplazamiento de tortugas marinas	Pérdida de individuos de especies de tortugas marinas	N	3	3	3	3	2	3	1	1	19	0.688
Ecosistemas marinos	Hábitat	Pérdida del hábitat	N	3	1	3	1	3	3	3	3	20	0.75
	Productividad primaria	Alteración en la productividad primaria	N	3	1	3	3	2	1	1	1	15	0.438

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Geomorfología y Fondo marino	Topo-batimetría	Cambios en la topografía del fondo marino	N	3	1	1	1	3	1	3	3	16	0.5
	Calidad/Sedimentación y transporte de sedimentos	Alteración en la composición y transporte de sedimentos	N	3	1	1	3	2	3	3	3	19	0.688
Columna de agua	Calidad	Alteración a la calidad del agua marina	N	3	1	3	3	2	3	3	1	19	0.688
	Turbidez	Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua	N	3	1	3	3	2	3	3	1	19	0.688

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
	Nivel de ruido	Contaminación submarina por ruido	N	3	3	1	2	1	3	1	1	15	0.438
Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de partículas suspendidas y gases de combustión	N	3	1	1	2	1	3	1	1	13	0.313
Socioeconómico	Actividades productivas locales (Actividad Pesquera)	Afectación a la actividad pesquera	N	3	3	1	1	1	1	1	1	12	0.25
	Economía regional	Beneficios en la economía regional	P	3	3	3	3	1	3	1	3	20	0.75

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “*Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego*”

A continuación se presenta la Matriz de Jerarquización de Impactos, la cual identifica por medio de colores la categoría de significancia de los impactos ambientales.

Tabla V. 10. Matriz de Jerarquización de Impactos.

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	tiempo o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
------------	--------	---------	------------------	------------------	-----------------	--------------	---------------------	---------------------	-------------------	------------------	----------------------	------------	----------------------

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Organismos bentónicos	Distribución	Afectación a la distribución local de organismos bentónicos	N	3	1	3	1	3	3	3	3	20	0.75
Ecosistemas marinos	Hábitat	Pérdida del hábitat	N	3	1	3	1	3	3	3	3	20	0.75
Socioeconómico	Economía regional	Beneficios en la economía regional	P	3	3	3	3	1	3	1	3	20	0.75
Fauna marina	Zonas de desplazamiento de tortugas marinas	Pérdida a individuos de especies de tortugas marinas	N	3	3	3	3	2	3	1	1	19	0.688
Geomorfología y Fondo marino	Calidad/Sedimentación y transporte de sedimentos	Alteración en la composición y transporte de	N	3	1	1	3	2	3	3	3	19	0.688

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento y tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
		sedimentos											
Columna de agua	Calidad	Alteración en la calidad del agua marina	N	3	1	3	3	2	3	3	1	19	0.688
Columna de agua	Turbidez	Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua	N	3	1	3	3	2	3	3	1	19	0.688
Geomorfología y Fondo marino	Topo-batimetría	Cambios en la topografía del fondo marino	N	3	1	1	1	3	1	3	3	16	0.5

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Ecosistemas marinos	Productividad primaria	Alteración en la productividad primaria	N	3	1	3	3	2	1	1	1	15	0.438
Columna de agua	Nivel de ruido	Contaminación submarina por ruido	N	3	3	1	2	1	3	1	1	15	0.438
Fauna marina	Individuos de especies de ictiofauna	Pérdida a individuos de especies de ictiofauna	N	3	3	3	1	1	1	1	1	14	0.375
Fauna marina	Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos y peces cartilagosos (Elasmobranquios)	Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilagosos (elasmobranquios)	N	3	3	1	3	1	1	1	1	14	0.375

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (PI)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por la emisión de partículas suspendidas y gases de combustión	N	3	1	1	2	1	3	1	1	13	0.313
Organismos bentónicos	Diversidad	Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas	N	3	1	1	1	1	3	1	1	12	0.25
Socioeconómico	Actividades productivas locales (Actividad Pesquera)	Afectación a la actividad pesquera	N	3	3	1	1	1	1	1	1	12	0.25

Los impactos señalados en amarillo son no relevantes y los señalados en verdes son despreciables, los impactos señalados con color chedrón, son impactos significativos.

V.3.1.1. Descripción y análisis de resultados obtenidos a partir de la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales y de la Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales.

En la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales (ver Tabla V. 9. Matriz de caracterización de impactos.), se obtuvo como resultado la evaluación de los impactos ambientales en función al índice de incidencia. La Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales (ver Tabla V. 10. Matriz de Jerarquización de Impactos.) es solamente una variante de la de Caracterización de Impactos Ambientales. En ella, se ordenan los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Una vez acotado el resto de los impactos, se tiene que los impactos más relevantes por su incidencia, sin medidas de mitigación específicas, son: afectación a la distribución local de organismos bentónicos, pérdida a individuos de especies de tortugas marinas, pérdida del hábitat, alteración en la composición y transporte de sedimentos, alteración en la calidad del agua marina e incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua. Por otro lado, para los demás impactos, aún y cuando se consideran “no significativos” en términos de su incidencia, se proponen **Programas específicos** que permitan prevenirlos, los cuales se describen en el siguiente capítulo. Todos estos impactos se analizan a mayor detalle en el apartado de descripción de impactos ambientales. Más adelante se realizará el análisis para impactos residuales y acumulativos.

Con base en los valores obtenidos para la incidencia de cada impacto, se asignaron las categorías mostradas en la Tabla V. 11. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados., mismas que corresponden a los colores usados en la matriz de jerarquización que, si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región, y a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) que se analiza con mayor detalle en los apartados posteriores.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla V. 11. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados.

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.65
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66

De la anterior clasificación de impactos, si bien como se comentó anteriormente, se trata de una clasificación previa en esta etapa de la evaluación, es conveniente acotar que los impactos despreciables son aquellos que no se van a considerar en la valoración de impactos; es decir, que aun cuando en esta etapa hemos efectuado una valoración de los impactos a nivel de su incidencia, debemos seguir evaluando los impactos por su magnitud y finalmente, por su significancia. En consecuencia, dicho análisis excluirá los impactos clasificados como “despreciables”, aunque ello no significa que no se tomarán en cuenta en el establecimiento de medidas para su prevención, mitigación, o compensación, las cuales serán discutidas en el siguiente capítulo. Lo anterior se deriva de la propuesta de Gómez Orea sobre la conveniencia de no estudiar todos los impactos con la misma intensidad, y centrarse en los impactos clave.²⁰

²⁰ Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pág. 324

V.3.2. Caracterización de Impactos: determinación de la magnitud.

Como se mencionó anteriormente, el valor de un impacto se expresa en términos de su incidencia y magnitud y en consecuencia, de la relevancia o significancia del impacto.

La **magnitud**, como ya se citó anteriormente, representa la cantidad y calidad del factor modificado en términos relativos al marco de referencia adoptado²¹, misma que, para el proyecto, se expresará en términos de la extensión de la alteración al componente en relación al SAR.

V.3.3. Caracterización de Impactos: determinación de la significancia.

La determinación de la magnitud, así como de la significancia de un impacto es, según Gómez Orea (2002), la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental, para poder estimar la alteración de los diferentes componentes ambientales, así como su medición, por lo que se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica; por lo tanto, en esta etapa es donde interviene de manera más intensiva el juicio de expertos.

A continuación, se describen los criterios usados por dichos expertos para determinar la significancia o relevancia de los impactos evaluados, que se fundamenta en la definición de “impacto significativo”, establecida en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (LGEEPA), que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

²¹ Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este MIA, se refiere al SAR definido.

Esta definición y su consecuente razonamiento indican que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos claves, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos, o que pueden sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas. Por lo tanto, antes de proceder al análisis específico de la relevancia de los mismos, es necesario describir y analizar los criterios que con base en dicha definición se tomaron en consideración en este caso, los cuales fueron los siguientes:

V.3.3.1. Criterio jurídico.

Un impacto alcanza el atributo de “significativo o relevante” cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM’s, etc., respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es por ejemplo conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre,
- En peligro de extinción,
- Amenazada, y
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad; así, resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de “en peligro de extinción” puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie sólo estuviera catalogada en estatus de protección especial.

Igualmente, dentro de este criterio, se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental.

V.3.3.2. Criterio ecosistémico (integridad funcional).

El nivel significativo de un impacto se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y generar un desequilibrio ecológico.

V.3.3.3. Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental).

El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el conocimiento generalizado que se pudiera tener acerca de la importancia o escasez del recurso, ambiente o ecosistema a ser impactado. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA.

V.3.3.4. Criterio de capacidad de carga.

La significancia de este tipo de impactos se mide en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretende afectar a una especie, cuyo rango de distribución es tan limitado que los efectos ambientales en el predio ponen en riesgo la permanencia de la misma. O bien, cuando se vierten desechos, efluentes o emisiones a un cuerpo receptor en una proporción mayor a su capacidad natural de asimilación y/o dispersión.

V.4. Análisis de la Significancia de los Impactos por Componente.

Con base en la definición de impacto ambiental significativo expresada en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, y en los criterios jurídicos y ambientales descritos anteriormente, a continuación se analiza cada uno de los componentes del ambiente relacionado con el proyecto y los impactos ambientales identificados para el caso de dicho componente, así como la determinación en términos de la relevancia potencial que se le asigna. Cabe hacer la aclaración que, de dicho análisis, se excluyen los impactos ambientales positivos. Asimismo, se

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

incluyeron en dicho análisis los impactos No Significativos y Despreciables, debido al valor social, ambiental y jurídico que les compete. A continuación, se presentan los impactos a ser analizados en la siguiente tabla:

Tabla V. 12. Impactos Ambientales sujetos a ser analizados.

Impacto
Afectación a la distribución local de organismos bentónicos
Pérdida del hábitat
Beneficios en la economía regional
Pérdida de individuos de especies de tortugas marinas
Alteración en la composición y transporte de sedimentos
Alteración en la calidad del agua marina
Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua
Cambios en la topografía del fondo marino
Alteración en la productividad primaria
Contaminación submarina por ruido
Pérdida a individuos de especies de ictiofauna
Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilagosos (elasmobranquios)
Alteración de la calidad del aire por la emisión de partículas suspendidas y gases de combustión

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Impacto
Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas
Afectación a la actividad pesquera

El análisis se presenta para cada componente y se incluyen los siguientes elementos: a) componente y factor; b) impactos previsibles y su índice de incidencia; c) determinación de la relevancia que se le asigna; y d) razonamientos para dicha determinación.

Asimismo, para su evaluación, se describieron los impactos según atributos consensuados con el fin de mejorar su análisis y priorizar las acciones de mitigación según la relevancia de los efectos:

Alcance geográfico del impacto

- Impacto con ámbito a nivel del área del proyecto: Impacto con ámbito en entorno local y afectación directa en el área donde se ejecuta la actividad de dragado (área del proyecto).
- Impacto con ámbito a nivel del área de afectación: El efecto ocurre más allá del área del proyecto donde espacialmente cubre la pluma de dispersión.
- Impacto con ámbito a nivel del SAR: El efecto se manifiesta en el entorno regional.

En el análisis de impactos ambientales, iniciaremos con un árbol de eventos (Figura V.4). Cabe aclarar que el orden en cuanto a la descripción no inicia con su nivel de relevancia, sino que iniciaremos con la descripción de impactos sobre los componentes abióticos de los cuales principalmente dependerán directamente los componentes bióticos. De cualquier modo, al final de la descripción haremos un resumen por orden de relevancia, duración y escala espacial de cada impacto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

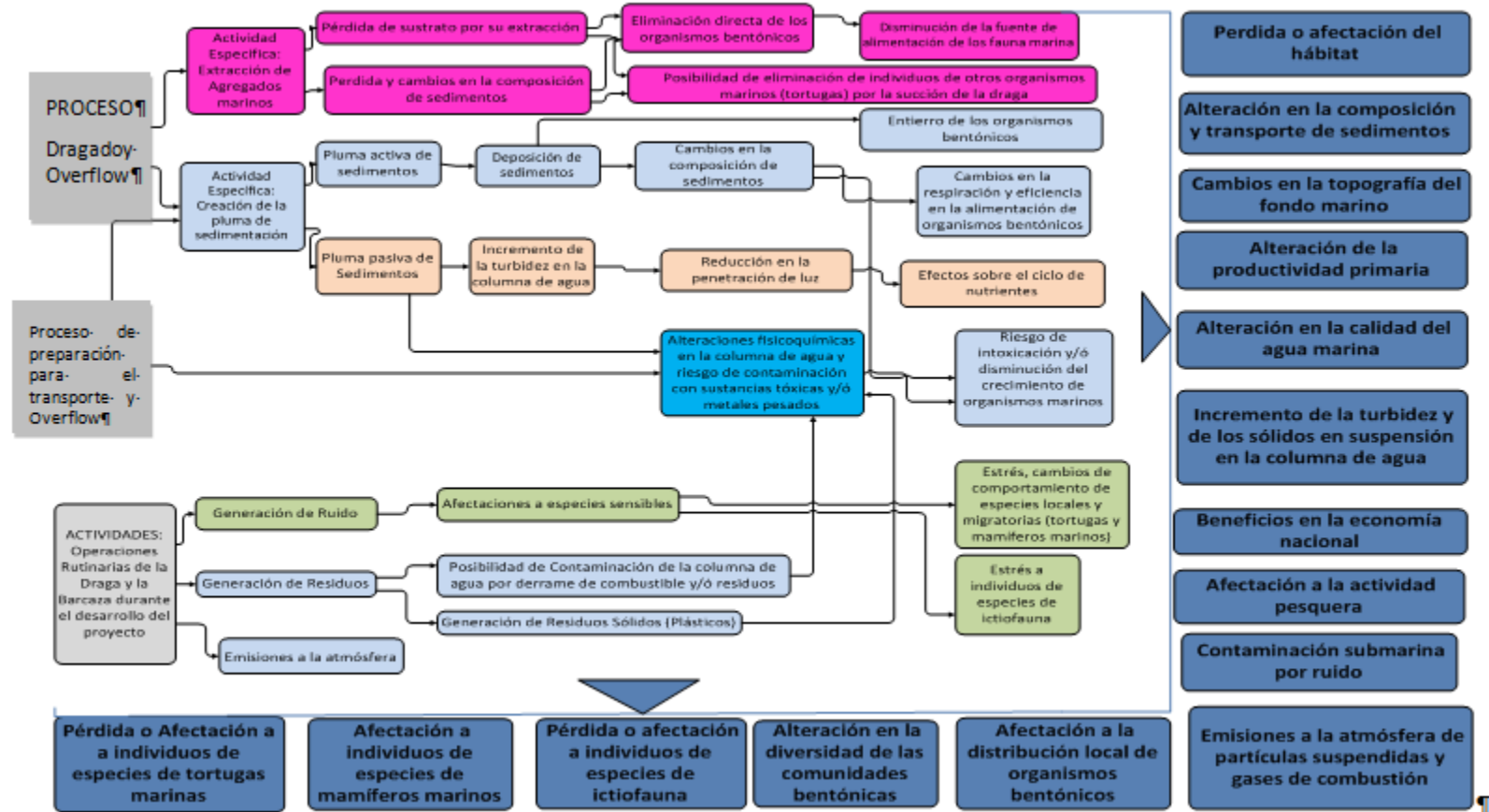


Figura V.4. Árbol de eventos.

V.4.1. Impactos Ambientales

Impactos Ambientales

Incremento en la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua

COMPONENTE		INDICE DE INCIDENCIA
Columna de agua		0.688
FACTOR	ETAPA	
Calidad	Operación	

Durante las actividades de dragado, se creará una pluma de dispersión que dará lugar simultáneamente a dos fenómenos; por un lado, la sedimentación de partículas gruesas y por el otro, la suspensión de sólidos finos que aumentarán la turbidez en la columna de agua. Durante la operación de la barcaza, se generará una pluma activa de sedimentos (donde los sedimentos bajan rápidamente) y una pluma pasiva de sedimentos (los sedimentos permanecen en suspensión). En términos de turbidez y sólidos suspendidos, es ambientalmente relevante la pluma pasiva, ya que la pluma activa bajará rápidamente a los estratos inferiores, al contrario de la pluma pasiva con sedimentos finos que quedarán en las capas superiores. Es importante cuantificar las variaciones potenciales respecto al parámetro de turbidez en la columna de agua, ya que estas variaciones pueden causar cambios directos sobre los organismos marinos presentes en el área del proyecto, y porque además tendrán influencia potencial sobre la productividad primaria. Asimismo, el aumento de los materiales en suspensión, puede modificar la composición de los materiales disueltos en dicha columna de agua, lo que repercutirá en su calidad.

Cabe destacar que las características de la draga que se utilizará cuentan con tecnología de punta, además que se minimizará la dispersión debido a la implementación de una tubería extendida que permitirá la descarga de arenas, conchas y gruesos a una profundidad de 73 m (Ver mayores detalles en el Capítulo II).

Para evaluar este impacto, tomaremos en cuenta los siguientes factores.

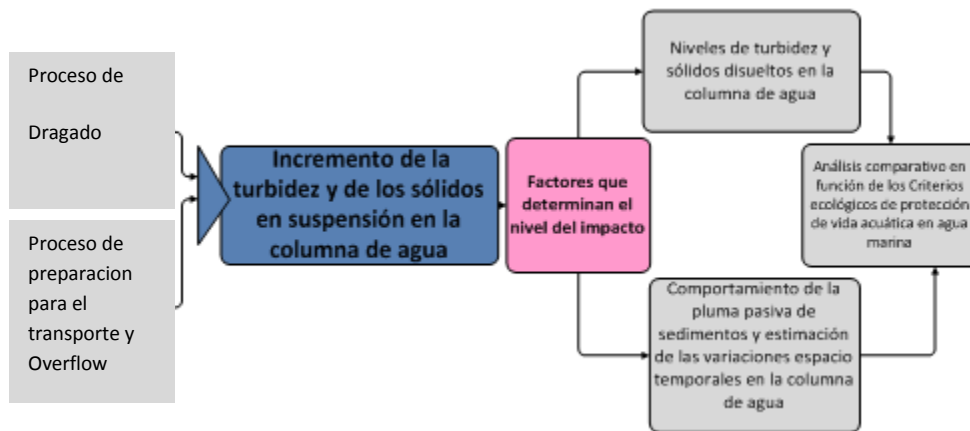


Figura V.5.Diagrama analítico del impacto.

La información obtenida para determinar el incremento de la turbidez en la columna de agua fue empleada para generar un modelo oceánico de carácter multi-institucional denominado Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) (<http://hycom.org>), que es ampliamente aplicado en los modelos de corrientes oceánicas.

El desarrollo de los modelos de simulación que sustentan esta MIA describen la dispersión de sedimentos y el depósito de los mismos desde la draga de succión en marcha y la barcaza de proceso. Los valores tomados para la realización de dicho análisis combinan un conjunto de detallados estudios hidrográficos presente en los Anexos 5, 9, 13 y la metodología descrita en Anexos diversos. Estos estudios y modelos contaron con el estándar HYCOM, relativo al área de Baja California Sur. Este estándar, presente en los modelos científicos internacionales, ayuda a definir, junto a otro conjunto de valores, las variaciones de las condiciones oceanográficas locales. El modelo referido HYCOM nos proporciona una escala apropiada y una información a largo plazo útil para el modelo.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Cabe resaltar que se han elegido dos diferentes zonas de trabajo para el modelo (la zona 1 y la zona 4), ya que, como se describió en el capítulo II, el proyecto se realizará en 5 etapas correspondientes a 5 zonas (zona por etapa) durante un período aproximado de 50 años. De modo que, el modelo se realiza para un área de trabajo específica del proyecto, y los resultados del modelo de pluma de dispersión muestran probables aumentos en la concentración de sedimentos en suspensión, representando períodos quincenales de dragado, es decir algo que en teoría, no está previsto en las operaciones del proyecto dada la movilidad, ya que la draga se moverá diariamente. En consecuencia, los resultados del modelo representan un efecto máximo potencial. En las siguientes tabla y figura, respectivamente, se muestra la predicción de velocidades y distribución de tamaño de partículas por la liberación de sedimentos durante el desarrollo del proyecto. Cabe resaltar que esta información es representativa para los modelos de overflow de la draga y la descarga de la barcaza de procesamiento mediante un tubo a 7 metros, así como para el modelo con tubería de descarga a 40 m y 68 m, draga y barcaza respectivamente. Por tanto, debido a que la metodología a utilizar será mediante un tubo ecológico que descarga a una profundidad de 73 metros, estos parámetros de dispersión resultan significativamente menores.

Tabla V. 13. Predicción de velocidades y distribución del tamaño de partículas por la liberación de sedimentos durante el desarrollo del proyecto.

Liberación	Período de liberación (horas)	Velocidad de liberación (kg/s)	Tamaño de partículas descargadas
FPSP overflow (Barcaza)	1	Se incrementa lentamente hasta los 580 kg/s	<100µm
FPSP fracciones de partículas rechazadas	Continuo	54 kg/s 19 kg/s	<100µm >2000µm

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

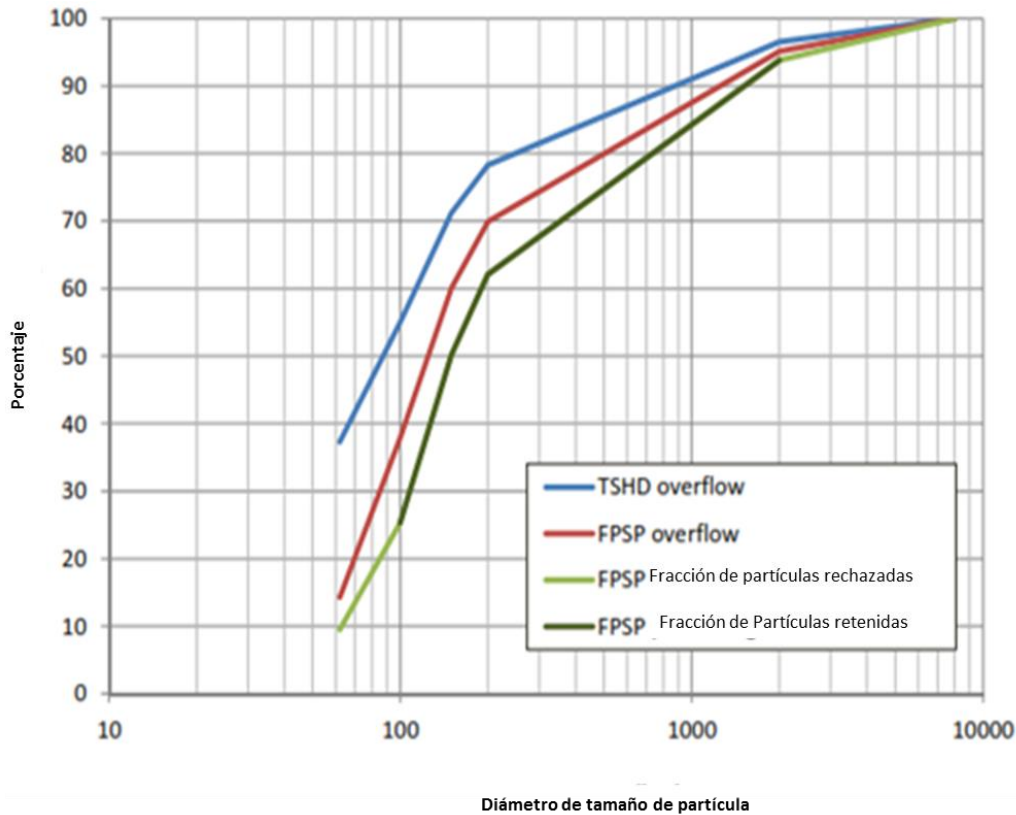


Figura V.6. Gráfico de predicción de distribución de tamaño de partículas del “overflow” en los modelos de overflow de la draga y la descarga de la barcaza de procesamiento mediante un tubo a 7 metros, así como para el modelo con tubería de descarga a 40 m y 68 m, draga y barcaza respectivamente.

Los resultados del modelo muestran que la concentración de sólidos suspendidos cubre un área alrededor de las proximidades de la zona de dragado, en donde el patrón de distribución es principalmente hacia el sur en febrero de 2011 y rota hacia el norte en agosto de 2011 y 2013. Sin embargo, se modeló un escenario de máximos efectos tomando en cuenta resultados parciales de aumento de concentración de sedimentos estacionales que además, cuenta con las siguientes características:

15 días de dragado continuo

[SS]=1mg/l

Área de Influencia: hasta los 10km

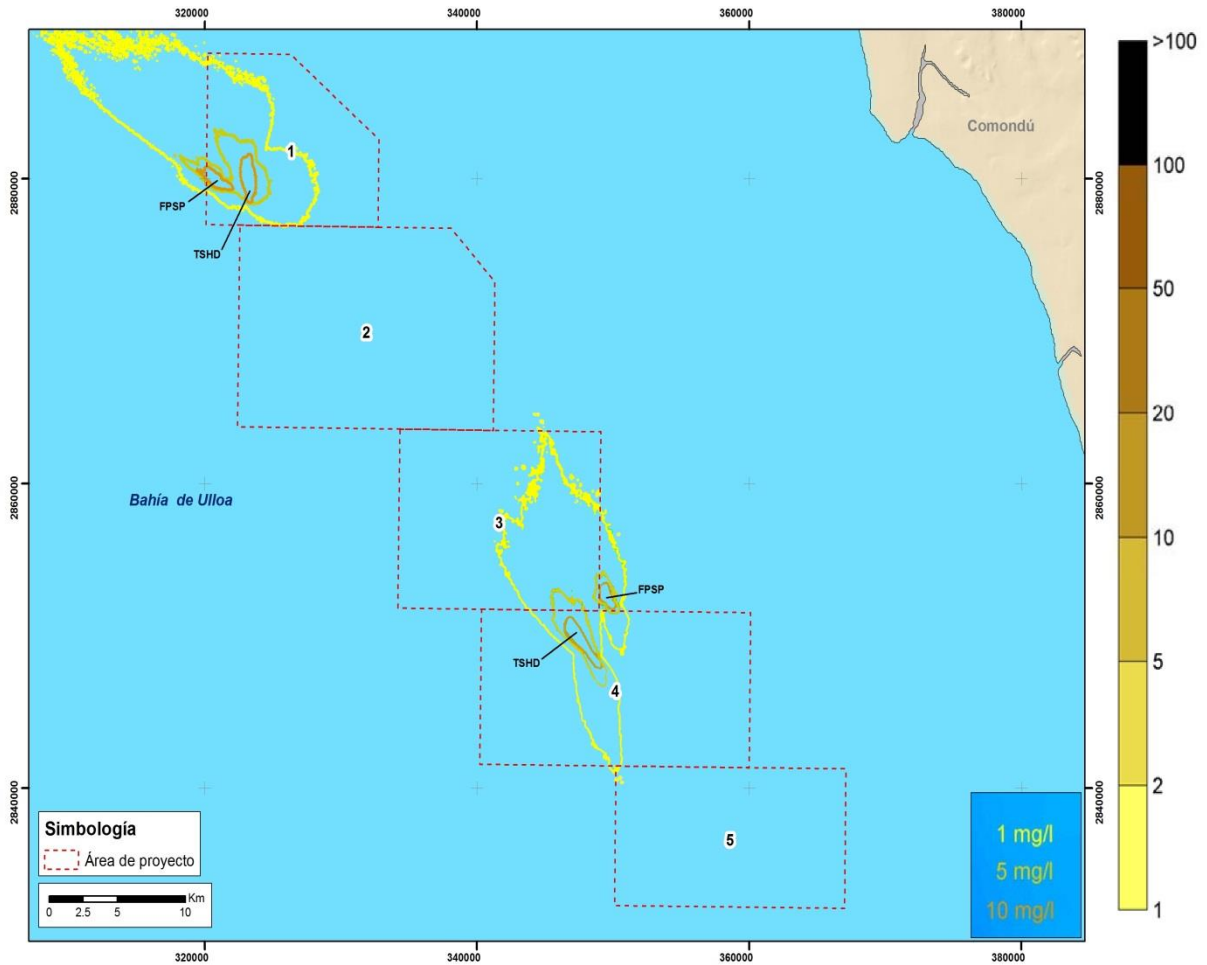


Figura V.7. Huella máxima potencial de incremento en la concentración de sólidos suspendidos en dos zonas distintas del proyecto (zona 1 y 4).

Hay que destacar que este es un modelo de máximos cuando confluyen corriente y viento extremos. Además, no se trabajará en dos zonas al mismo tiempo. Para tener una visión clara del modelo medio de afección de la pluma, recomendamos la lectura del Anexo 9 (Estudio de la Pluma de Dispersión) donde se explica el modelo elaborado por HR Wallingford.

Es importante considerar que el estudio inicial de pluma de dispersión presentado considera primero la huella del incremento promedio de la concentración de sedimento suspendido en la columna de agua cuando se efectúa el *overflow* de la draga y cuando la arena y conchas de la

barcaza son devueltas al fondo marino a través de la “válvula verde”, localizada en el casco de las embarcaciones a **7 metros** de profundidad ver siguiente figura.

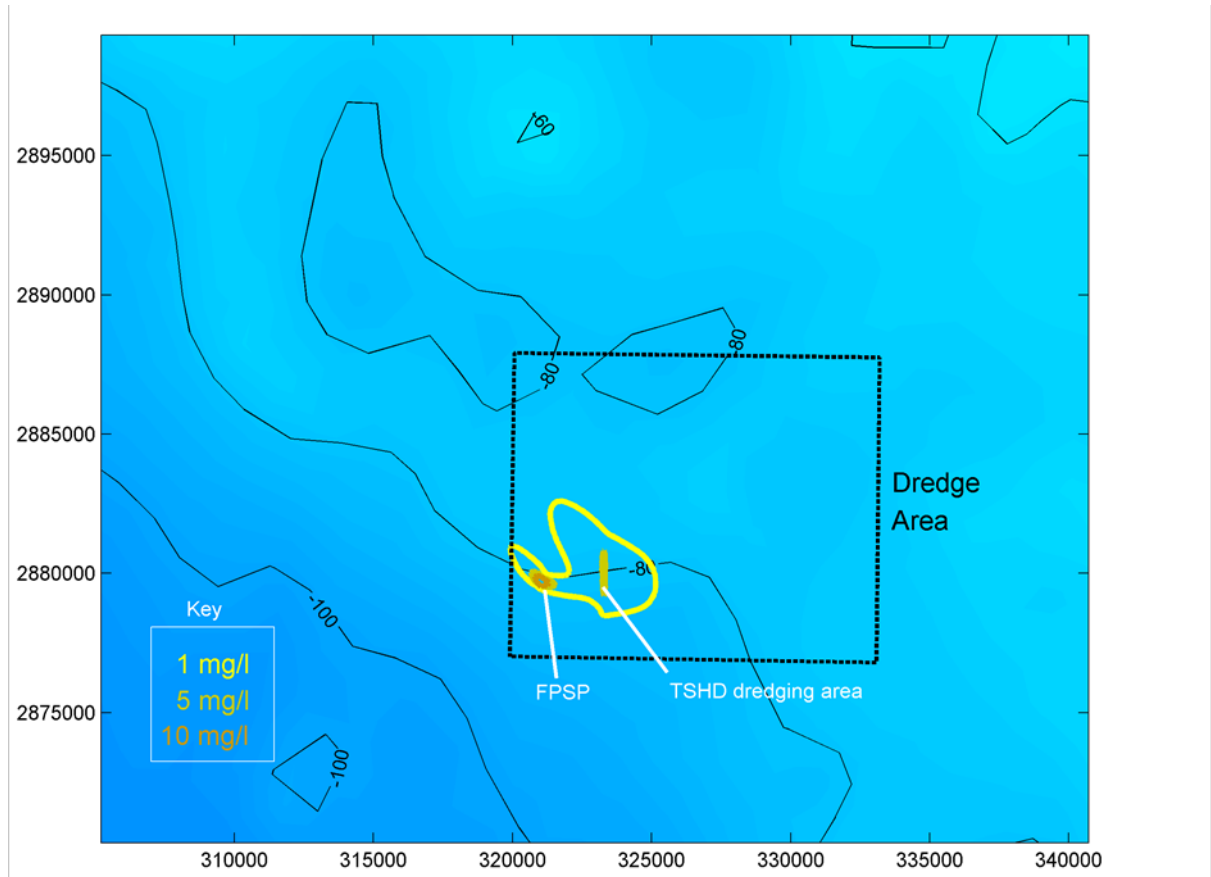


Figura V.8. Huella del incremento promedio de la concentración del sedimento suspendido que se predice; escenario sin tubería de descarga (descarga a una profundidad de 7 metros).

Ahora, en la presente MIA también se analiza con una tubería de descarga mayor por ejemplo a 40 m y 68 m , draga y barcaza respectivamente (**no obstante el siguiente análisis, es relevante destacar que la tubería que se propone para el presente proyecto será todavía mayor de 73 m**) del análisis realizado se puede destacar que (ver figura siguiente) la huella del incremento promedio de la concentración del sedimento suspendido como resultado del tubo de descarga se reduce enormemente cuando una tubería extendida es utilizada tanto por la draga como por la barcaza denominada también como FPSP.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

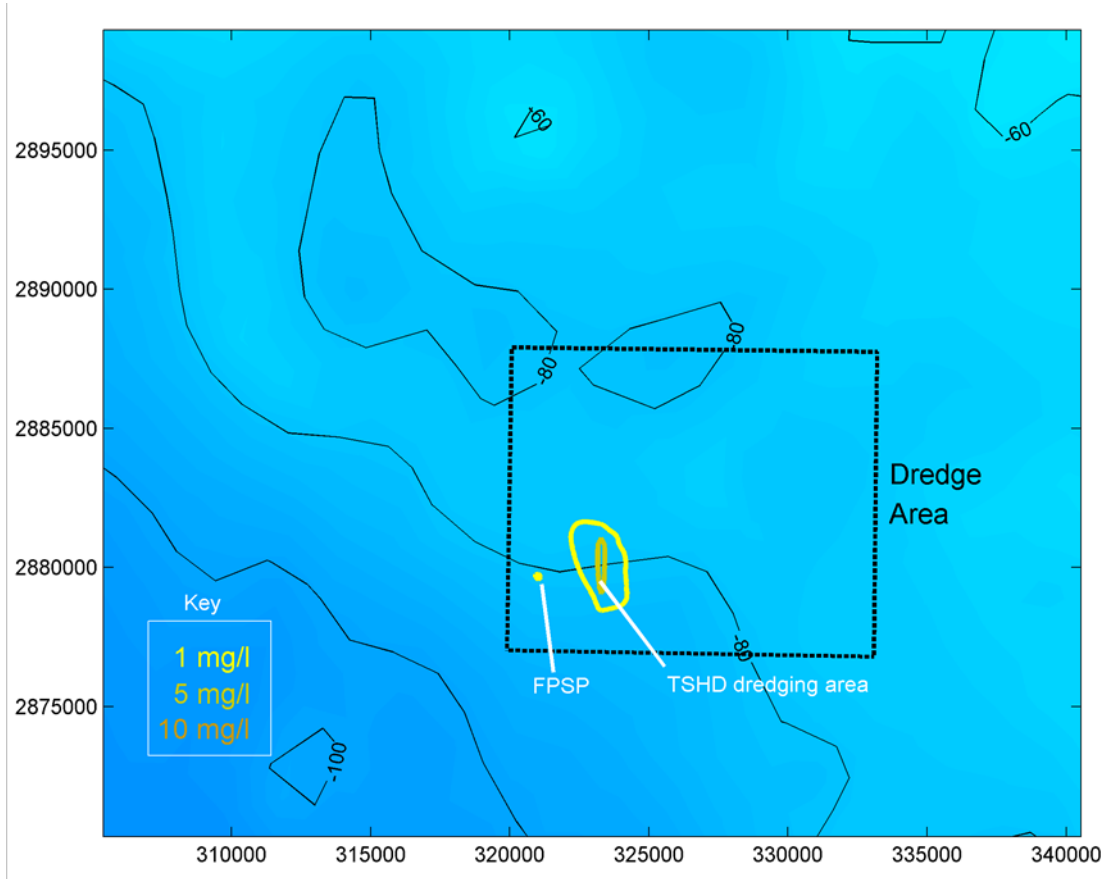


Figura V.9. Huella del incremento promedio de la concentración del sedimento suspendido que se predice; escenario con tubería extendida a 40 m y 68 m.

Por otro lado, con la tubería extendida, el nuevo modelo de simulación también puede ser utilizado para determinar el potencial de la huella de la dispersión del sedimento en la parte superior a los 40 m en la columna de agua cuando es descargada a través de tubos extendidos tanto de la draga como de la barcaza.

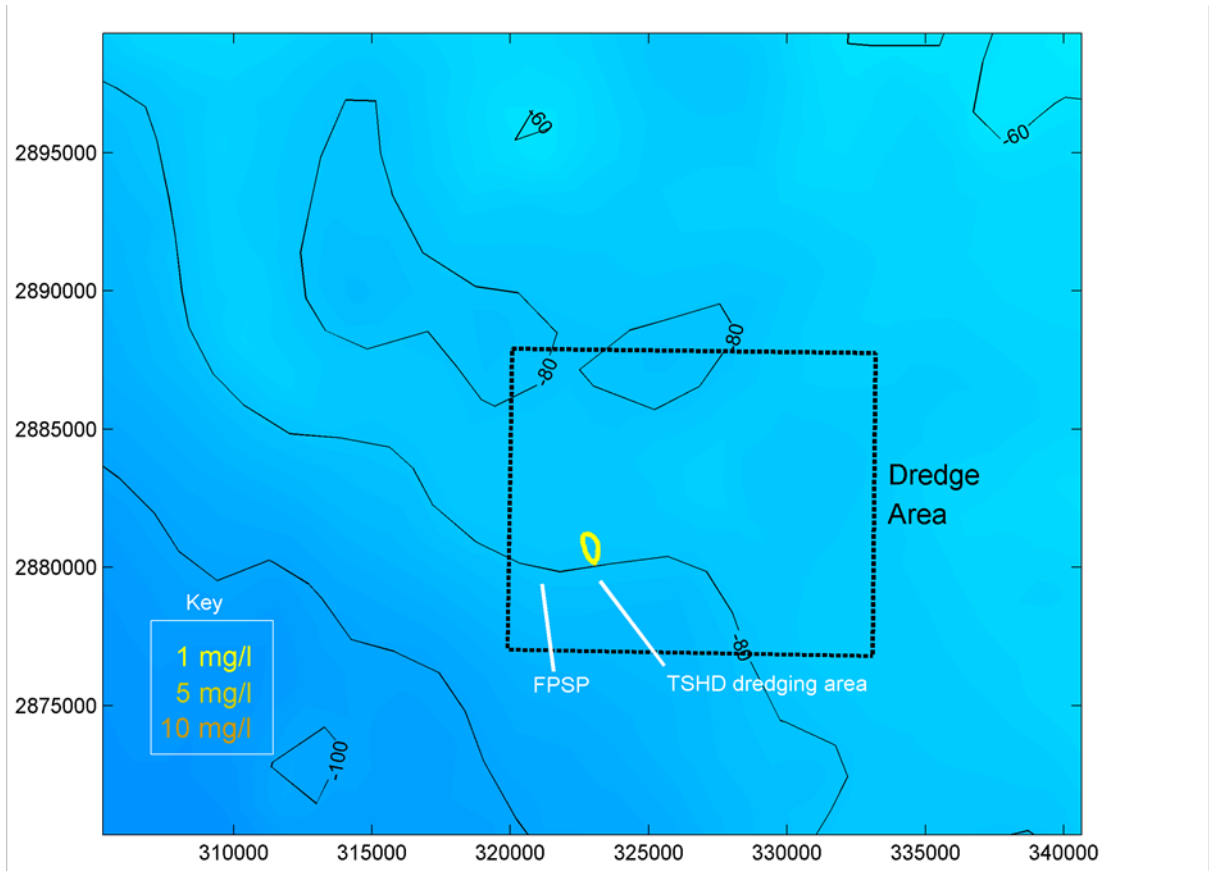


Figura V.10. Huella de la concentración del sedimento suspendido que se predice sobre los 40 m de la columna de agua; escenario con tubería extendida a 40 m.

La Figura siguiente muestra que cualquier impacto potencial de dispersión de sedimento en la columna de agua superior a los 40 m, donde ocurre la producción de la mayoría del fitoplancton, es mínimo. En particular, el incremento promedio de concentración a una profundidad superior a los 40 m de agua en las inmediaciones de la barcaza se predice que estará siempre a menos de 1 mg/l.

Al utilizar tubería extendida claramente se logran dos objetivos, minimizar la posibilidad de cualquier visualización de pluma dispersada en la superficie y asegurar que sean mínimos los impactos potenciales en la producción primaria del fitoplancton ya que la descarga se produce a más de cuarenta metros por debajo de la picnoclina.

Análisis de la nueva tecnología de tubería extendida a 40 y 68 metros

La Tabla siguiente muestra la distancia máxima y el área de dispersión de la pluma antes de alcanzar las concentraciones de fondo a 1 mg/litro. Éstas son las descargas directas debajo del casco empleando sólo la válvula verde a 7 metros de profundidad como estaba propuesto originalmente en la MIA, y comparativamente podemos ver la distancia reducida de dispersión a 1 mg/litro cuando la descarga se produce desde la draga mediante un tubo a 40 metros bajo la superficie del mar y a 68 metros de profundidad, cuando se descarga desde la embarcación de procesamiento. También se muestra el área máxima de la huella de la pluma que se dispersa antes de llegar a concentraciones de fondo de 1 mg/l. Esto demuestra que el área máxima de dispersión de la pluma, alcanzando concentraciones de fondo inferiores a 1 mg/l, será de 9.68 km². Esta dispersión se produce cuando la descarga se realiza a 7 metros de profundidad, directamente debajo del casco. Esta área máxima de dispersión de la pluma se reduce a 3.22 km² cuando las descargas se producen a una profundidad de 40 m desde la draga y a 68 m desde la barcaza. En esta gráfica también se muestra el área máxima de la huella de dispensación de la pluma antes de llegar a concentraciones de fondo superiores a 1 mg/l.

Los valores correspondientes a la deposición del sedimento de la dispersión de la pluma se muestran en la Tabla siguiente. En este caso, hemos calculado la distancia y el área de la huella de deposición de sedimento a 1 cm/año y a 5 cm/año, respectivamente. El área de la huella de deposición anual a 1 cm de profundidad se reduce de 53.3 km² a 29.3 km², recurriendo a la descarga mediante una tubería extendida a 40 m de profundidad desde la draga y a 68 m desde la barcaza; reduciendo la huella de deposición a 55% de la descarga superficial. La Tabla siguiente también muestra la información correspondiente a la deposición anual de 5 cm. En este caso, la huella de deposición de la descarga superficial es 12.32 km² y 10.83 km² para descarga con tubería extendida. Esto resulta en una reducción modesta de 88% en el área de deposición comparada con la descarga superficial, que refleja la deposición relativamente rápida de partículas gruesas a través de la columna de agua.

Tabla V.14. Muestra la distancia máxima y el área de dispersión de la pluma a 1 mg/litro de descargas combinadas de DSM y embarcación de procesamiento. Los valores mostrados son para descargas a 7

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

metros debajo del casco y a 40 metros debajo de la superficie del mar de la DSM y a 68 metros de la embarcación de procesamiento. También se muestra la reducción de la huella que se logra al utilizar una tubería larga.

DISPERSIÓN	TSHD + FPSP	% REDUCCIÓN	TSHD + FPSP
Profundidad (m)	7 7		40 68
Distancia de pluma @ 1 mg/l	4.4 km		2.9 km
Área	9.68 km ²		3.22 km ²
Reducción de la huella		66%	

Tabla V.15. Tabla que muestra el grado y área de la huella de deposición de la descarga combinada de la DSM y la embarcación de procesamiento a una profundidad 7 metros debajo del casco y a la descarga propuesta a 40 metros debajo de la superficie del mar de la DSM y a 68 metros de la embarcación de procesamiento. Los valores mostrados corresponden al contorno de disposición de 1 cm/año y también para disposición de 5 cm/año. También se muestra la reducción en la huella de deposición.

DISPERSIÓN	TSHD + FPSP	% REDUCCIÓN	TSHD + FPSP
Profundidad (m)	7 7		40 68
Distancia de la huella @ 1 cm/año	12 km		8.8 km
Área	53.3 km ²		29.3 km ²
Reducción de 1 cm/año de huella		45%	
Distancia de la huella @ 5 cm/año	5.55 km		4.44 km
Área of 5 cm/año Huella	12.32 km ²		10.83 km ²
Reducción de la huella de 5 cm/año		12.1%	

A pesar de los retos de ingeniería y operación que conlleva el uso de tuberías de descarga a una profundidad mayor de los 40 y 68 metros de profundidad como se utilizo para el análisis y que para el proyecto se tiene contemplado una tubería extendida de 73 m para la barcaza, significa un gran beneficio al medio ambiente, tanto en la columna de agua como en el fondo marino.

La opción que se consideró finalmente fue la de combinar las descargas, tanto de la TSHD y de la FPSP y descargar el material cerca del lecho marino a una profundidad de 73 metros. Mediante esta metodología, cuando la descarga se realiza cerca del lecho marino, redundo en una virtual eliminación de la pluma de dispersión en la columna de agua. La pluma no se extiende más allá de 200 metros del punto de descarga y no se prevé pluma de dispersión de sedimentos, más allá de 4 metros sobre el lecho marino.

Sólidos suspendidos

- El incremento promedio de la concentración de sedimentos suspendidos que resultan de la descarga por tubería se reduce significativamente cuando se utiliza la tubería extendida en la barcaza.
- Se prevé que el incremento promedio en la concentración superior a los 40 m de agua en las inmediaciones de la barcaza siempre será inferior a 1 mg/l.
- Cualquier impacto potencial de dispersión de sedimento sobre los 40 m de agua, donde ocurre la producción mayoritaria de fitoplancton, es mínima.
- El uso de tuberías extendidas claramente cumple con dos objetivos: minimizar la posibilidad de cualquier visualización en la superficie de dispersión de la pluma y asegurar que impactos potenciales en la producción primaria del fitoplancton sean mínimos.
- Para la metodología de descarga a 78 metros de profundidad, el pico previsto de concentración de sedimento suspendido cercano a lecho marino es inferior a 4 metros sobre el fondo, calculado para un periodo de dos semanas de dragado durante el influjo de la corriente desde el noroeste. Esto muestra esencialmente que existe una muy pequeña zona dónde existe una concentración de sedimento suspendido que sigue al trazado de la barcaza (FPSP) para rellenar el surco

previamente dragado. Esta situación y calculada para este caso en particular, indica que la pluma se movería unos 50 metros cada 12 horas, esto sería con el objeto de rellenar el área previamente dragada.

Área de deposición

- Observamos que el área de la huella de la deposición de sedimento en el fondo marino se reduce significativamente, si aplicamos un tubo de descarga o no. El área de contorno de deposición de 0.01 m anual alcanza los 53.3 km² usando la descarga directa desde el casco empleando la “válvula verde”, tal y como proponemos en la MIA, de acuerdo con las mejores prácticas de la industria. El área de sedimentación en el fondo marino sería de sólo 29.3 km² si empleamos tuberías de más de 40 m y 68 m, a través de las cuales descargarían la draga y barcaza, respectivamente. Ahora bien, SI empleamos un solo tubo a 73 metros, la reducción es muy significativa.

En conclusión los modelos de dispersión y sedimentación fueron desarrollados para la barcaza, descargando a una profundidad máxima de 73 metros debajo de la superficie del mar. Como la embarcación de procesamiento será estacionaria, será posible adaptar y operar de una manera segura mediante un tubo de descarga a una profundidad de 73 metros debajo de la superficie del mar, descargando debajo de la picnoclina.

Esto nos permite comparar la distancia (o área) de la huella/rastro de la pluma que se dispersa, así como para la sedimentación en el fondo marino para una descarga a 73 metros de profundidad desde la embarcación de procesamiento, respectivamente.

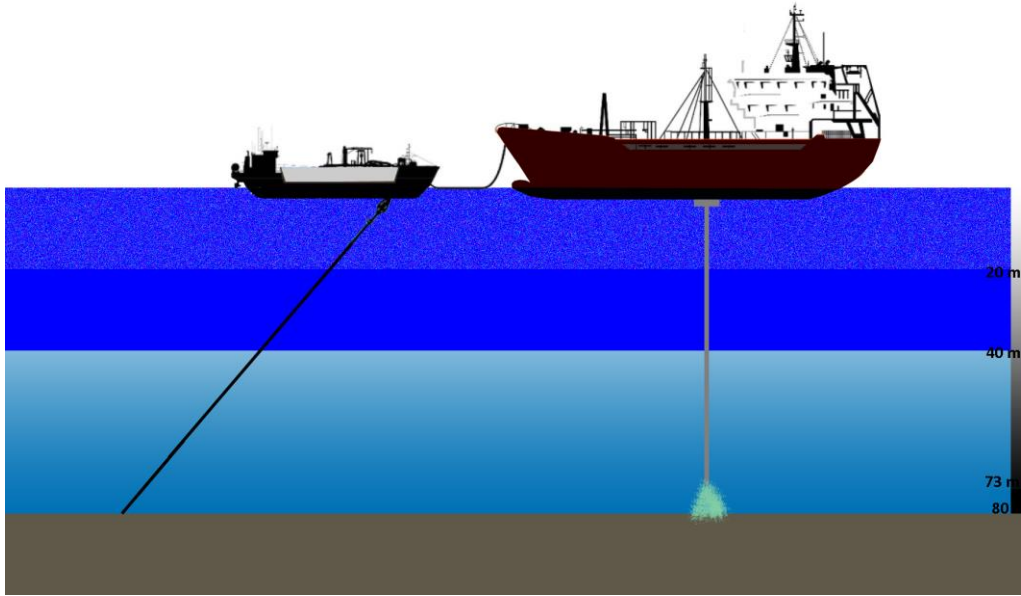


Figura V.11. Descarga en la profundidad máxima factible desde un punto de vista de ingeniería y operacional.

Al utilizar tubería extendida claramente se logran dos objetivos, minimizar la posibilidad de cualquier visualización de pluma dispersada en la superficie y asegurar que sean mínimos los impactos potenciales en la producción primaria del fitoplancton ya que la descarga se produce más de treinta metros por debajo de la picnoclina.

Efectos en la penetración de luz

Las propuestas revisadas que definen la descarga de desbordamiento de la draga (TSHD) y la arena y conchas de la embarcación de procesamiento-barcaza (FPSP) se integran en la presente MIA. Estas propuestas incluyen la descarga de desbordamiento de la TSHD a través de un ducto que se extiende a 40 m debajo de la superficie del mar a través de la “válvula verde” para asegurar que la descarga se llevará como una corriente de densidad por debajo de las aguas superficiales de la zona eufótica donde se realiza la producción de fitoplancton.

La descarga de arena y conchas de la FPSP se realizará a través del ducto extendido a 68 m máximo por debajo de la superficie del mar. Esto hace posible, el hecho de que el barco sea

estacionario durante las operaciones para que exista la posibilidad del despliegue de un ducto más largo, que el de la TSHD. Estas propuestas representan desafíos de costos y operación pero están diseñados de forma específica para minimizar cualquier posibilidad de reducir la penetración de luz debido a los sólidos suspendidos en las aguas superficiales.

Se desarrolló un modelo de pluma hidrodinámico detallado para estimular la dispersión y establecimiento de descarga a través de ductos largos y se compararon los resultados con los perfiles de dispersión y establecimiento de las mejores prácticas internacionales de descarga a través del casco inferior de las embarcaciones. Esto está descrito como reporte suplementario en el Anexo 9.

Los nuevos resultados con la descarga de los ductos a 40 m y 68m debajo de la TSHD y FPSP, respectivamente, se encuentran resumidos en la Figura V.12. Esto muestra la huella del aumento medio en la concentración del sedimento suspendido que resulta de la descarga de un ducto extendido desplegado de la TSHD y FPSP.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

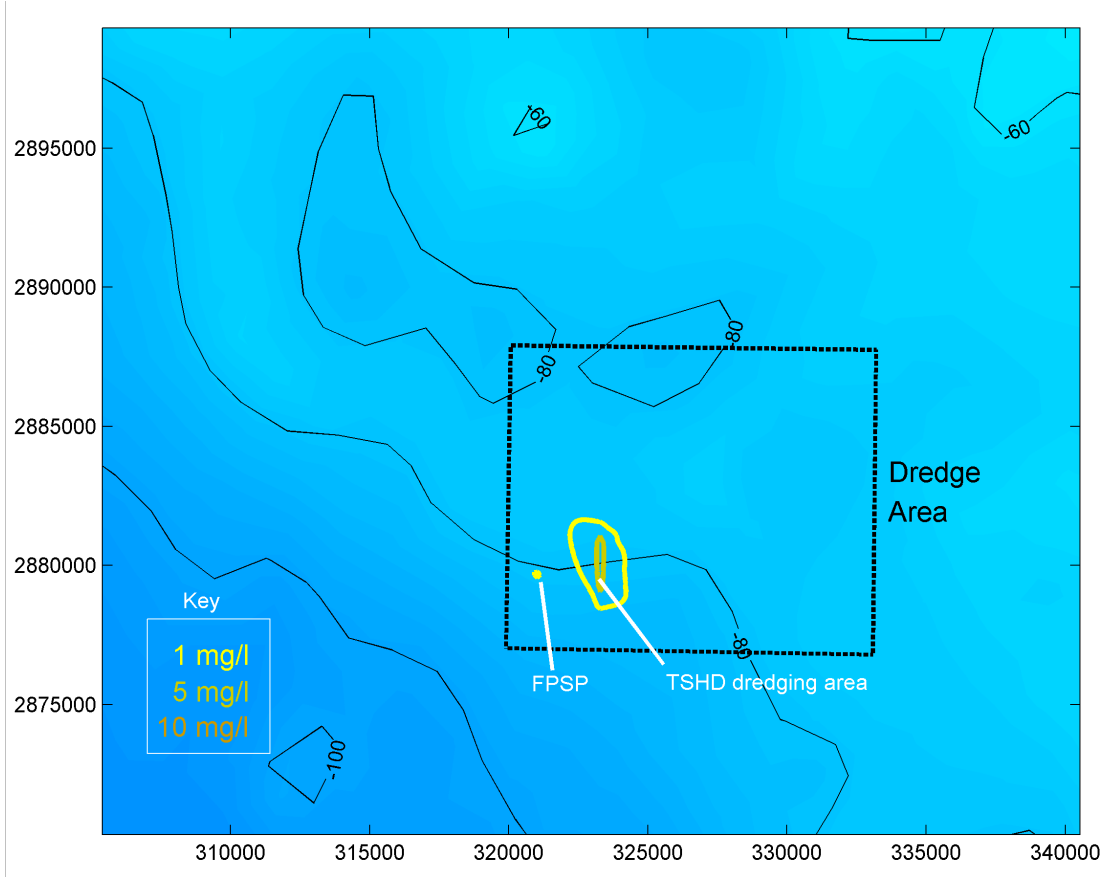


Figura V. 82. Huella del incremento medio predicho en la concentración de sedimento suspendido. Escenario del ducto de descarga a 40 metros de la TSHD y 68 metros de la FPSP

El nuevo modelo de simulación también se puede utilizar para determinar la posible huella de dispersión del sedimento en los 40 m superiores de la columna de agua cuando la descarga es a través de ductos extendidos de la TSHD y FPSP.

La inspección de la Figura V.13 muestra que cualquier posible impacto del sedimento en dispersión es mínimo en la parte superior de los 40 m de agua donde se produce la mayoría del fitoplancton. En particular la concentración media aumenta en la parte superior de los 40 m de la profundidad de agua cerca del FPSP siempre se predice que sea menor a 1 mg/l; un valor que se acerca a los valores previos registrados en los estudios de campo en el área de sondeo.

El uso de ductos extendidos por consiguiente logra claramente los objetivos de minimizar la posibilidad de visibilidad en la superficie de la pluma de dispersión y asegurar que los impactos sean mínimos en la producción primaria del fitoplancton.

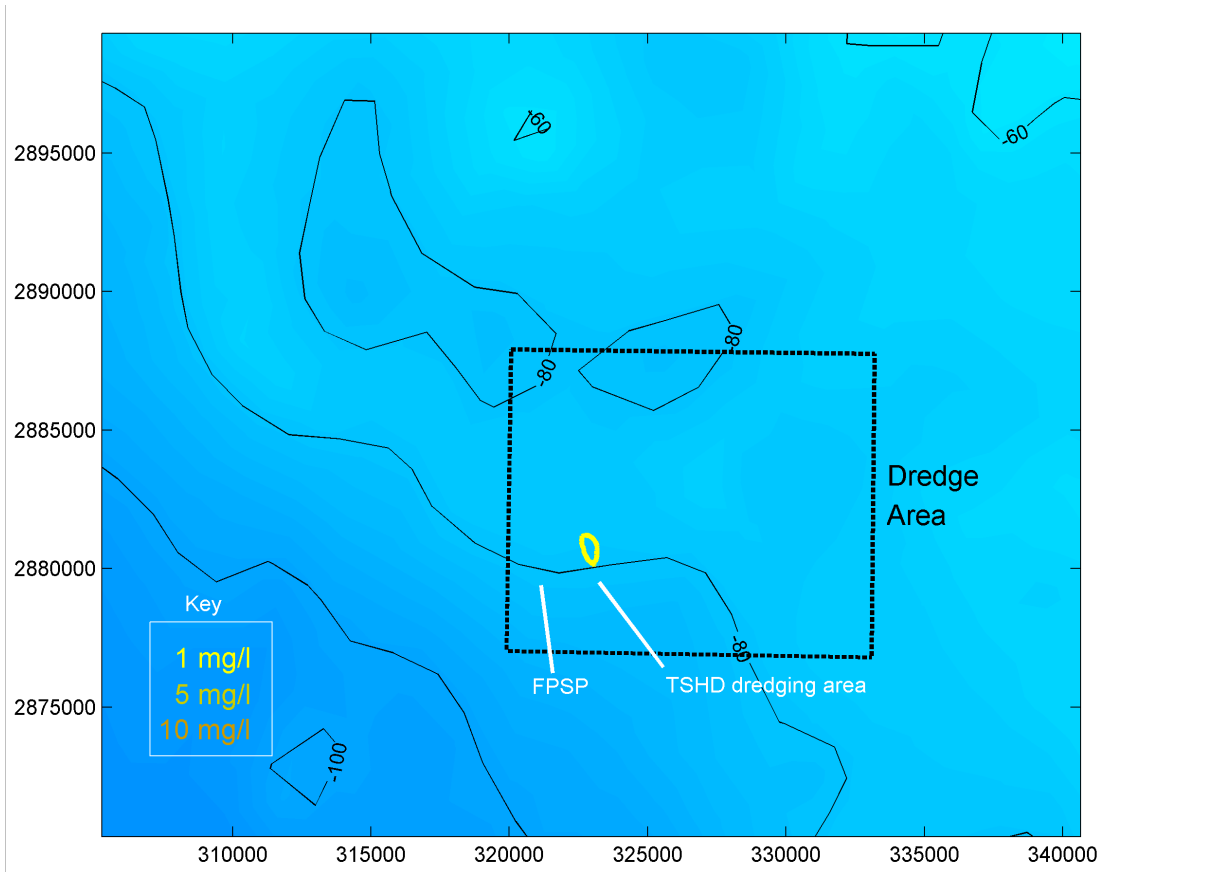


Figura V. 93 La huella de la media predicha aumenta en la concentración de sedimento suspendido en la parte superior de los 40 m de la columna de agua. Escenario del ducto de descarga a 40 metros de la TSHD y 68 metros de la FPSP. Los resultados del modelo de simulación muestran que las siguientes características clave logradas de la descarga de la TSHD a 40 m por debajo de la superficie del mar y a 68 m de la embarcación de procesamiento (FPSP).

El incremento medio en la concentración de sedimento suspendido que resulta del ducto de descarga se reduce de forma significativa cuando se despliega un ducto de la TSHD y FPSP. La huella de deposición del material dragado y posteriormente devuelto por un tubo de descarga

desde la barcaza vertido a 73 metros cerca del lecho marino, se circunscriben a un área de 1 km² de la zona previamente dragada. Esto lo podemos comparar con la huella de deposición de en torno a 49,2 km² que se consigue aplicando la descarga a través de un tubo bajo el casco de la draga a una profundidad nominal de 7 metros.

La concentración media incrementa en la parte superior de los 40 m de la profundidad de agua cerca de la FPSP siempre se predice que está por debajo de 1 mg/l; un valor que se acerca a los valores previos registrados en los estudios de campo en el área de sondeo. Cualquier posible impacto del sedimento en dispersión en la parte superior de los 40 m de agua donde ocurre la mayor producción de fitoplancton es mínimo.

El uso de ductos extendidos por consiguiente logra claramente los objetivos de minimizar la posibilidad de visibilidad en la superficie de la pluma de dispersión y asegurar que los impactos sean mínimos en la producción primaria del fitoplancton.

Además de los retos de ingeniería y operacionales que supone la combinación de descargas en un solo punto de la draga y la barcaza para verter arenas, conchas y gruesos a una distancia tan cercana al lecho marino, esta opción confiere un impacto medio ambiental mínimo para el proyecto de dragado en el área de Don Diego.

Impacto que se puedan generar por el transporte de la fosforita

Después de las operaciones de dragado y limpieza del material producto del dragado (fosforita), este será transportado de la barcaza ubicada en la zona marina a una zona terrestre. Esta actividad (transporte de la fosforita) puede impactar a la calidad de agua si no se tiene un plan de manejo de residuos, ya que los residuos, incluyendo la fosforita pueden caer al mar aumentando la turbidez y sedimentos en la columna de agua.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

A continuación se presenta el plan preliminar de transporte de producto (fosforita) desde el punto de procesado hacia su destino final en México o el exterior. La principal consideración es la periodicidad del tráfico generado dentro del SAR. Para proceder se han definido los siguientes valores de referencia y se ha identificado como impacto.

Tabla V.16. Valores de referencia

Producto	Mezcla de arena marina con aproximadamente 30% de fosforita
Producción diaria de producto en barcaza de procesado	Aproximadamente 10,000 toneladas/día
Capacidad máxima de almacenaje en barcaza de procesado	50,000 toneladas de producto
Capacidad de carga en barcos de transporte	Handymax = 40,000 toneladas Capesize = 150,000 toneladas

El transporte del material procesado a su punto de descarga en un puerto será ejecutado con barcos de carga tipo bulk carriers. Como indica la Tabla V.16, se estima utilizar 2 tamaños de bulk carrier, que denominaremos “transportes”:

Handymax – Bulk carriers de 30,000 a 55,000 toneladas, capaces de entrar en la mayoría de los puertos del mundo. Promedio: 40,000 toneladas de capacidad de carga.



Figura V. 104 Tipo de barco de carga tipo bulk carriers de 30 000 a 55 000 toneladas.

Capesize – Bulk carriers de 100,000 a 200,000 toneladas, utilizados para transportaciones a grandes distancias pero limitados en la cantidad de puertos donde pueden operar. Promedio: 150,000 toneladas de capacidad de carga.



Figura V.15. Tipo de barco de carga tipo bulk carriers de 100 000 a 200 000 toneladas.

En base a estas 2 capacidades distintas se presentarán asimismo 2 cronogramas también ligeramente distintos, como se explica a continuación.

Para evitar interrupciones en el procesado de producto sobre la barcaza de procesado (FPSP) se prevé planificar la descarga del producto aproximadamente cada 4 días calendario. Esto evitará el riesgo de alcanzar la capacidad máxima de almacenaje, lo cual causaría una interrupción en el proceso.

Al comienzo de cada periodo de producción, la FPSP empezará a trabajar con una bodega de almacenamiento vacía y acumulará el producto hasta alcanzar una carga de aproximadamente 40,000 toneladas. Independientemente del transporte utilizado, el barco de transporte se aproximará a la FPSP para comenzar el traspaso de las 40,000 toneladas de la FPSP al transporte. Una vez completado el traspaso –que, con amarre y desamarre, durará aproximadamente un día–, el transporte partirá fuera del SAR.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

En el caso del Handymax, la embarcación seguirá rumbo a su destino final, donde descargará el producto y volverá a la zona de trabajo, permaneciendo fuera del SAR hasta ser llamado de nuevo por la FPSP para traspasar la siguiente carga de 40,000 toneladas.

Las 40,000 toneladas, esta embarcación se estacionará en una posición fuera del SAR, con la aprobación de las autoridades marítimas competentes, y esperará allí hasta ser llamada de nuevo por la FPSP para el siguiente traspaso. Esto se repetirá 3 veces hasta haber completado la carga de 150,000 toneladas, lo cual llevará en total unos 15 días. A partir de ese momento la embarcación seguirá rumbo a su destino final, donde descargará el producto y volverá a la zona de trabajo, permaneciendo fuera del SAR hasta ser llamado otra vez por la FPSP para su siguiente carga.

Este cronograma de traspaso y transporte está diseñado de forma que permita minimizar el impacto de las embarcaciones de transporte sobre el SAR y el entorno de la concesión, así como de las actividades ambientales y de pesca.

A continuación se muestra un esquema indicativo del transporte, utilizando 2 embarcaciones de transporte tipo Handymax (ver Figura V.16) y asumiendo 2 días de navegación al destino final. Como se puede ver en este escenario, las embarcaciones Handymax 1 y 2 se van alternando a fin de mantener una rotación constante que permita descargar la FPSP cada 4 días.

Igualmente, la Figura V.17 muestra un esquema indicativo similar pero basado en embarcaciones tipo Capesize y asumiendo 6 días de navegación al destino final.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

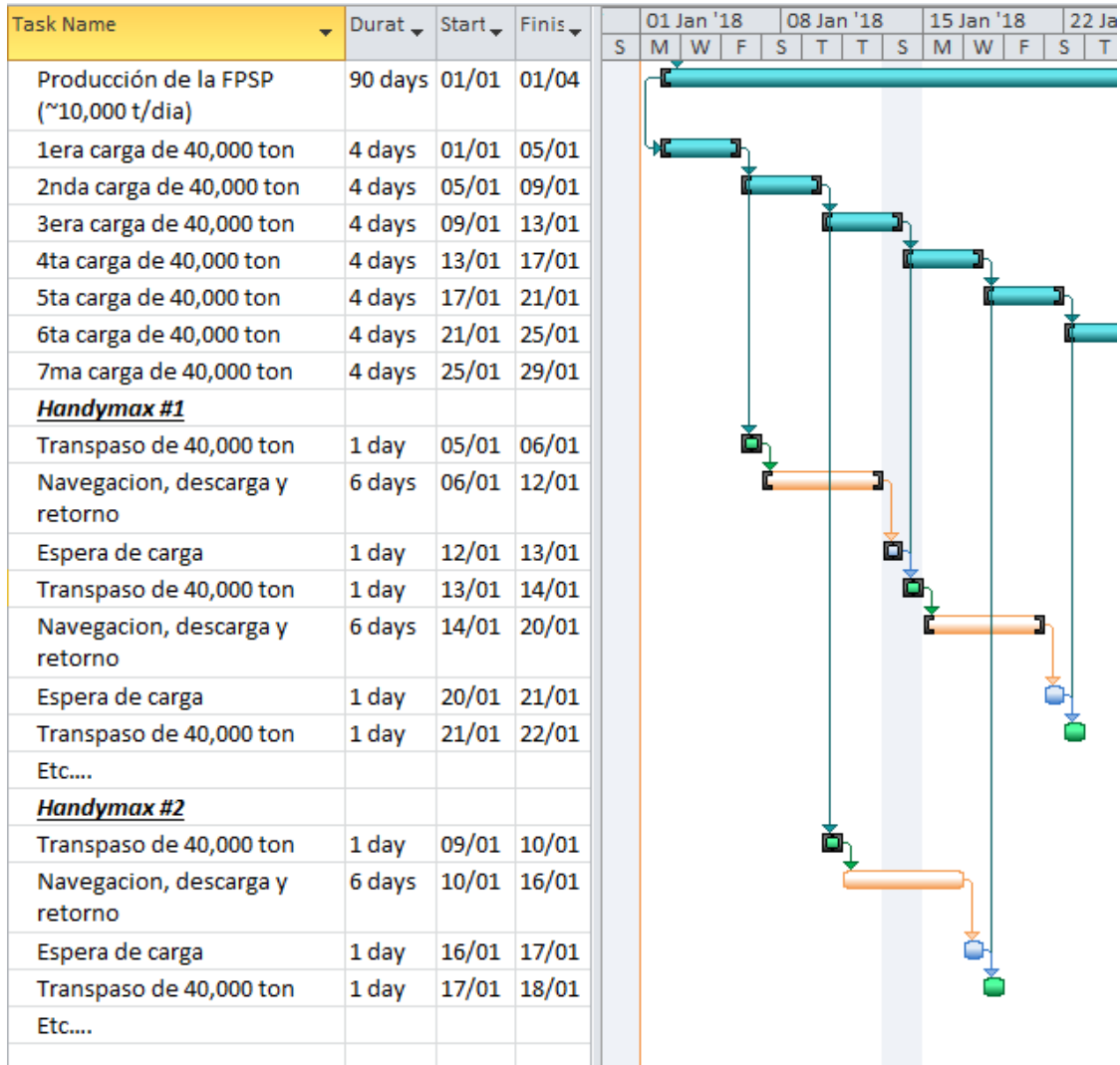


Figura V.116. Planificación representativa de 2 embarcaciones tipo Handymax

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

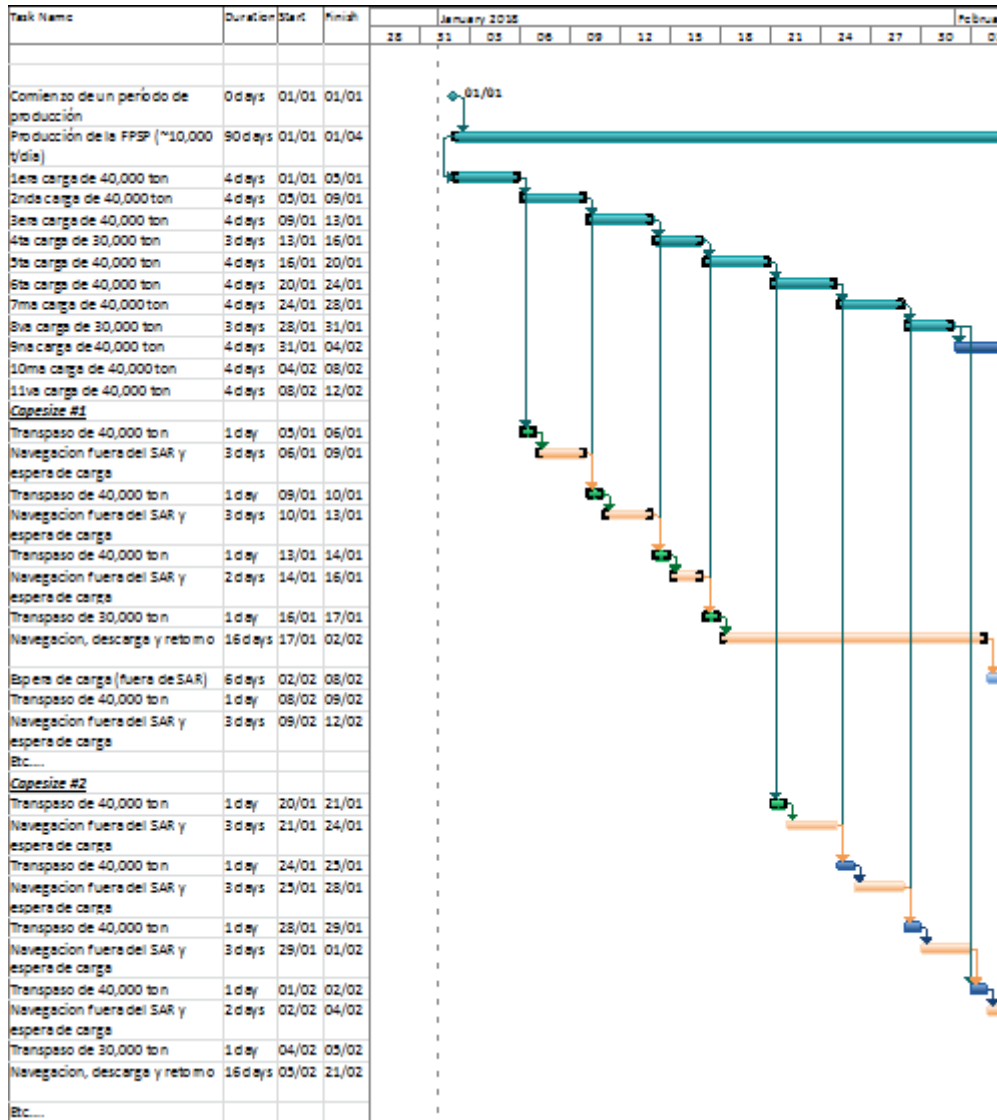


Figura V.17. Planificación representativa de 2 embarcaciones tipo Capesize.

Impactos Ambientales

Alteración en la composición y transporte de sedimentos

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Ecosistemas	0.688
FACTOR	ETAPA
Hábitat de ecosistemas acuáticos	Operación

Los sedimentos marinos están formados por una mezcla de material detrítico de diversos tamaños, frecuentemente compuestos a partir de sedimentos continentales preexistentes, junto a minerales derivados de la precipitación química de las sales presentes en el agua de mar, y por residuos de actividades orgánicas en la columna de agua.

En los depósitos sedimentarios geológicos acontecidos en alta mar, como es el caso del proyecto, el material del depósito se caracteriza por ser un material inerte. La separación del material rico en arena fosfática de las conchas y el sobre-tamaño, implica la disolución en agua marina de lo dragado en la draga y su tratamiento con hidrociclones de agua dulce para separar la arena fosfática en la barcaza de proceso.

La remoción de las arenas fosfáticas es principalmente la actividad que causará una determinada alteración en la composición del tamaño de sedimentos y su transporte.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

En la columna de agua, existirá la presencia de sólidos finos y partículas gruesas que se comportarán distintamente en función del tipo de partícula. Además, contendrá varias especies de plancton. Asimismo, el aumento de los materiales en suspensión puede modificar la composición de los materiales disueltos en dicha columna de agua, lo que repercutirá en la composición de materiales en suspensión y su transporte. Los sólidos más gruesos, que tenderán a sedimentarse, alterarán los fondos marinos en su redepositación, formando capas sueltas de materiales de distinto tamaño respecto al material que se presentaba en la zona del fondo marino antes del proyecto.

En el siguiente diagrama, se visualizan los criterios (las características del área del proyecto y particularidades tecnológicas de operación y funcionamiento del proyecto) que serán sujetos de análisis para definir el grado de impacto.

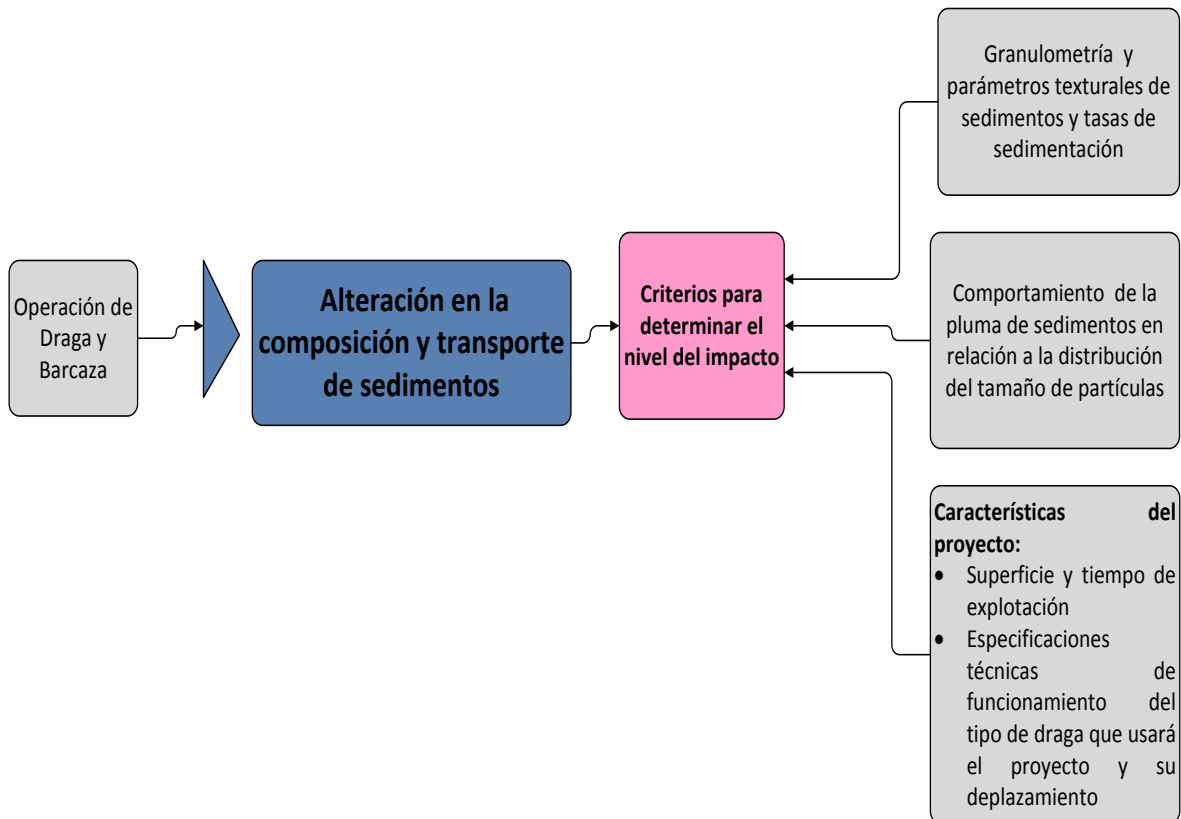


Figura V.128. Diagrama analítico del impacto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Para evaluar este impacto, es importante conocer las particularidades que presenta el área del proyecto en cuanto a composición de sedimentos y fondo marino. El proyecto ha llevado a cabo análisis granulométricos de los sedimentos y del fondo marino que presenta el área del proyecto.

En general, existen tres fuentes una fuente de liberación de sedimentos previstos que se deriva de la actividad del proyecto propuesto. La primera liberación (primer “overflow”) es la descarga de desbordamiento que se produce durante la carga de la draga. El segundo “overflow” es la liberación constante de sólidos de la barcaza que ocurrirá durante el proceso de la preparación para el transporte, donde el cribado de este material tendrá lugar, retornando el material sobrante al mar. Ver siguiente figura: Distribución de tamaño de partículas del sedimento, *in situ*, en el área del proyecto.

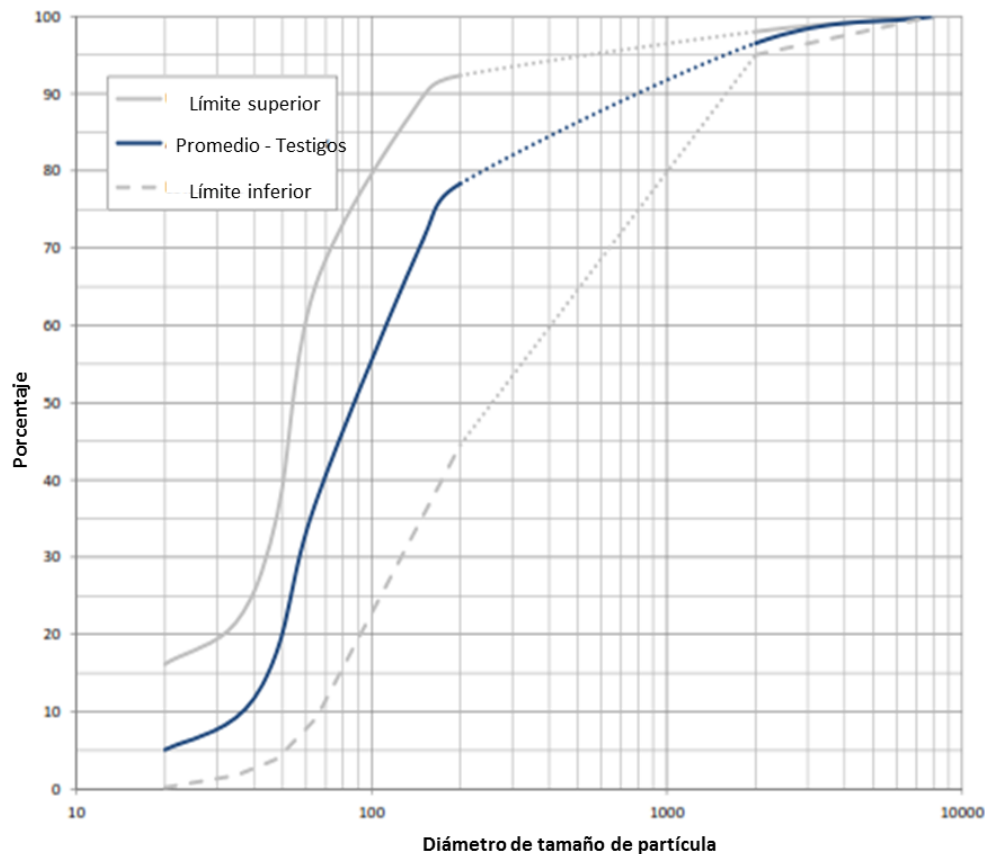


Figura V.139. Gráfico de predicción de distribución de tamaño de partículas de sedimentos *in situ*, tomando en cuenta todos los núcleos.

Aparentemente, existe una relación entre el tamaño de sedimentos y su ubicación dentro de las capas del fondo marino. Las tendencias granulométricas de los sedimentos están directamente relacionadas con las posibles trayectorias en el medio marino. La combinación de los parámetros texturales de sedimentos define la existencia de varias trayectorias de transporte sedimentario, las cuales estarán en función de las corrientes oceánicas. El análisis de las tendencias texturales para establecer el transporte neto de sedimentos es útil, ya que esto puede constituir la base de identificación de zonas sensibles ecológicamente y en el caso del proyecto, aporta datos para el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Partiendo de la base, de que la draga se quedará en una zona durante un año, se indica que típicamente en un año, el sedimento fino ($<63\mu\text{m}$) es depositado junto a la zona noreste y este de las operaciones. Las deposiciones de 0.01 m/año (1 cm/año) son estimadas hasta 7.5 kilómetros al noreste de la draga y de la barcaza, y hasta 5.5 km al este de las operaciones de la draga y la barcaza. La deposición de 0.05 m/año (5 cm/año) se estima hasta 3 km al noroeste de la draga y la barcaza, y 4 km al este de las operaciones de la draga y la barcaza. Los contornos de deposición de 0.01 m/año y 0.05 m/año corresponden a deposiciones de 5 kg/m²/año y 25/m²/año, respectivamente.

Esto indica que la deposición prevista que se genera fuera del entorno inmediato de la zona a dragar será del mismo orden de la sedimentación natural que existe en el área, que oscila entre 10-20 kg/m²/año, con una altura de potencia de sedimento de (0.02-0.04 m/año).

En el proceso llevado en la barcaza para la preparación del mineral previo a su envío, se realizará a bordo un cribado que implicará la separación de material y la devolución de los depósitos separados para el fondo del mar. Este proceso podría potencialmente resultar en la liberación de sustancias en el fondo marino. Con el fin de evaluar la posibilidad de una liberación del componente de los sedimentos, se llevaron a cabo pruebas de decantación sobre la base de los sedimentos por Calscience (Ver anexos 3). Este informe es muy completo y contiene información muy relevante con un control de calidad.

Impacto potencial de la deposición de sedimento en la fauna bentónica.

Un informe de la aparente sensibilidad de los invertebrados típicos del suelo marino presente en la zona y en los alrededores del área del proyecto, ha sido desarrollado por Last and Hendrick (2014) de la Asociación Escocesa de Ciencias Marinas (SAMS). Ellos han investigado la sensibilidad de los organismos presentes, y han publicado los resultados en el Marine Life Information Network (MarLIN), la cual es una de las más completas y disponibles fuentes de información sobre la biodiversidad marina para las especies del Atlántico Norte. Un estudio sobre la sensibilidad de las especies marinas a la sedimentación, presente en las bases de datos del MarLIN, sugiere que el 95% de las especies parecen ser tolerantes a un nivel de sedimentación de hasta 5 cm/año, que es precisamente el contorno que hemos definido en el gráfico de arriba. Con un incremento previsto inferior a 5 mg/l, la afectación a la fauna bentónica se considera insignificante. Es asumible, por tanto, que una gran cantidad del resto de comunidades del área de proyecto sean tolerantes al incremento de sólidos suspendidos y sedimentos, para el rango predicho por los modelos de pluma descritos arriba.

Aún cuando la deposición de sedimentos inmediatamente bajo, la barcaza de proceso inmóvil parece exceder las tolerancias de los organismos residentes en el fondo marino, el impacto se limitará a la inmediata cercanía de la barcaza, aunque como se describe en el Capítulo II de la presente MIA-R, la barcaza y la draga realizarán el proceso desplazándose por el área de trabajo. Sin embargo queremos destacar, que la mayoría de la potencial zona de deposición incluye tasas de deposición que están dentro de los rangos que fueron determinados para el medio, es decir la sedimentación que acontece de manera natural, esto fue evaluado mediante las trampas de sedimento colocadas durante el análisis del área, cuya metodología y resultados se encuentran detallados en la presente MIA-R.

Considerando lo expuesto en el Anexo 8, se puede inferir que la mayoría de los organismos serán expuestos a las tasas de deposición que acontecen de manera natural en el entorno del proyecto, sugiriendo que la deposición se mantendrá en los niveles en los que los organismos están naturalmente adaptados. El hecho de que se desarrollará durante el proyecto un sofisticado programa de monitoreo en la zona, con el objeto de definir cualquier impacto en las especies específicas de la zona que comprenden las comunidades marinas, es una propuesta que además de responsable, es científicamente defendible.

Last and Hendrick (2014) también han revisado la sensibilidad de ciertas especies identificadas en las prospecciones realizadas con el ROV en el área del proyecto y en áreas adyacentes. Esto incluye el cangrejo rojo del atún (*Pleuroncodes planipes*), el pepino verrugoso de mar (*Parastichopus parvimensis*), la gamba de cola de surco (*Sicyonia ingentis*) y otra gamba (*Solenocera mutator*). Existe muy poca información disponible sobre la tolerancia de estas especies al incremento de la concentración de sólidos suspendidos en la columna de agua, o a la deposición. Algunas comparaciones pueden realizarse con especies afines y muy similares para tener una aproximación al estudio.

En el informe de calidad del agua, se han evaluado los cambios en las concentraciones de posibles contaminantes, como metales en la superficie del fondo marino, y se ha determinado que el incremento en la concentración de contaminantes se podrá dar en función del contenido del sedimento dentro del fondo marino puro (el cual se espera elevará la concentración de contaminantes), pero también de los asentamientos naturales de la columna de agua (la cual actuará a su vez para diluir la concentración de contaminantes).

La bioturbación (sedimento alterado por animales) también actuará para mezclar la capa del sedimento puro con el sedimento mezclado debajo, con lo cual se espera se favorezca la reducción del nivel de contaminantes.

En el estudio de calidad del agua, también fue posible observar una comparación de las concentraciones de contaminantes en sedimento *in situ* y los sedimentos de California (estándar). Dicha comparación indicó que los sedimentos *in situ* fueron adecuados en relación a las disposiciones oficiales (Estados Unidos).

Estas comparaciones permiten también observar que pueden ser levemente superiores en relación con la disposición misma.

En el caso del cadmio, esta evaluación fue considerada como muy conservadora ya que se observó que un poco de cadmio puede ser retenido en sedimento. Incluso, desde un punto de vista más conservador, ningún excedente de los estándares de cadmio será contenido dentro del área de dragado en un lapso de un año. Ver esta información en detalle en el Anexo 2. Esto puede evaluarse más ampliamente a lo largo del **Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino** durante el dragado, propuesto en el siguiente capítulo.

Ahora bien, para evaluar si las sustancias en estos depósitos pueden tener un impacto en la fauna bentónica en el fondo marino, se realizaron ensayos de toxicidad con especies marinas; dichos bioensayos fueron realizados por *EA Ingeniería, Ciencia y Tecnología Inc. de Hunt Valley Maryland EUA.*, en donde se llevó a cabo una amplia serie de pruebas de toxicidad aguda para determinar si los depósitos desde el área del proyecto tienen un impacto sobre la fauna bentónica. Para ello, utilizaron como especies tipo un gusano poliqueto (*Neanthes arenaceodentata*) y un crustáceo anfípodo (*Leptocheirus plumulosus*), especies muy similares a las encontradas en el área de estudio, las cuales permitieron evaluar el impacto de los sedimentos dragados en dichos organismos.

Las especies seleccionadas se determinaron con base a las recomendaciones de la EPA para ese tipo de prueba, la cual ha determinado especies con mayor susceptibilidad a los cambios. El uso de estas especies permite identificar cualquier variación o respuesta negativa de éstas, y será un indicador de que otras especies también serían susceptibles ante un cambio en las condiciones de su hábitat.

Con lo anterior se trata de demostrar que si las especies sensibles no muestran cambios, se tomarían como especies indicadoras y sus respuestas podrían extrapolarse con la que podrían tener otras especies menos sensibles en ambiente similares, como las del área del proyecto.

De los resultados de los ensayos de toxicidad, se mostró que después de 10 días de exposición a los sedimentos dragados, había como mínimo una sobrevivencia de más del 88% para el gusano poliqueto (*Neanthes arenaceodentata*) en comparación con una supervivencia del 92% del control.

Ninguna de las muestras de sedimentos tuvieron una supervivencia significativamente menor que el de control ($p = 0,05$). En el caso del crustáceo anfípodo (*Leptocheirus plumulosus*), después de 10 días de exposición se obtuvo una supervivencia del 96% en todos los sedimentos de prueba, en comparación con la supervivencia del 97% en los controles. Estos resultados muestran que no hay un impacto perjudicial a corto plazo de los sedimentos marinos en el área del proyecto hacia la fauna marina, incluyendo las comunidades bentónicas.

Asimismo, es importante considerar que el estudio es viable ya que incluye organismos similares que tienden a tener respuestas fisiológicas semejantes a diversos cambios ambientales en el SAR. Además, estas pruebas de laboratorio tienen secuencias, normas y

certificaciones internacionales, que dan mayor seguridad al estudio. También resulta relevante establecer que los organismos similares encontrados en el SAR fueron de los más abundantes en las muestras realizadas por la metodología del ROM en el área de estudio, y también tienen una gran importancia ecológica y económica en el SAR. Ver estudio completo en el Anexo 2 de la presente MIA.

Los sedimentos entre un tamaño pequeño a mediano se ubican en la capa superficial del fondo o muy cerca de ésta, mientras que los de mayor tamaño yacen semienterrados bajo dicha capa. El proyecto contempla remover sedimentos a cierta profundidad durante toda la duración del mismo, por lo que se contempla una alteración en la composición de sedimentos en la capa superior comprimiendo y fragmentando la capa subyacente, produciendo cambios en los sedimentos superficiales. Asimismo, con la creación de la pluma de dispersión, el material y partículas más finas serán depositados a distancias mayores en función de las condiciones hidrodinámicas.

De acuerdo a la información presentada en el Capítulo II, se espera que con las tecnologías a usar en el proyecto haya menor alteración con respecto a las dragas convencionales. Sin embargo, se deberán hacer esfuerzos en la medida de lo posible para tratar de mantener una cantidad similar de sedimentos superficiales después del dragado. Esto es importante, dado el papel que desempeñan los sedimentos superficiales en el suministro de una superficie para la fijación de algunas especies y en la estabilización de las arenas y los sedimentos finos. Al respecto, es importante resaltar, que esta estabilización de arenas y fijación de especies se da principalmente por sedimentos de grava. Sin embargo, como podemos visualizar en la siguiente figura, las zonas de grava están fuera del área del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

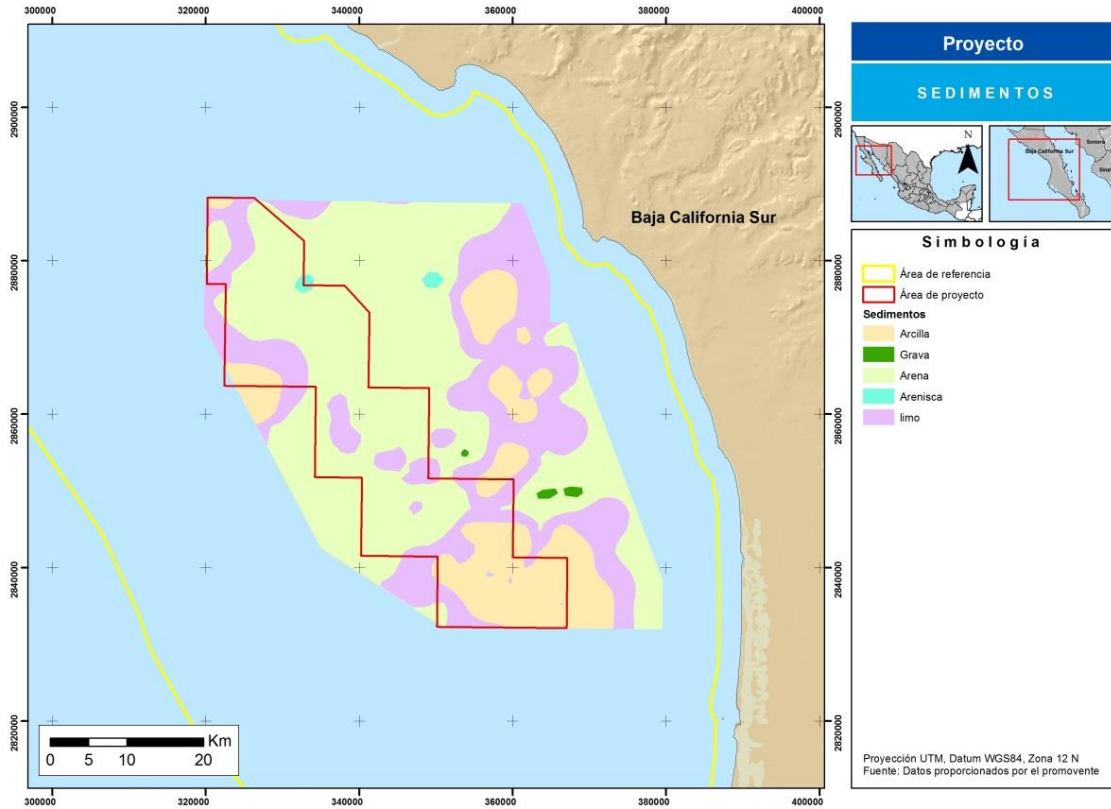


Figura V.20. Distribución de tipo de sedimentos en el área del proyecto.

Esto ayudará a reducir la probabilidad de cambios permanentes en la composición de sedimentos. Es importante considerar que un grado del impacto es inevitable; sin embargo, los cambios son generalmente aceptables, considerando las áreas impactadas que se irán restaurando *in situ* como parte de las medidas de prevención y de mitigación presentadas en los Capítulos II y VI.

Otro de los factores importantes a considerar, son las condiciones hidrodinámicas de la zona, ya que de esto dependerá el funcionamiento en el transporte de sedimentos de la misma. Revisando las líneas de investigación que el IMECOCAL ha llevado a cabo en la zona durante diez años (1997–2007), los resultados han mostrado que las surgencias juegan un papel importante en la hidrodinámica. En la región donde se ubica el proyecto se demostró que las surgencias persisten todo el año. Al ser una zona altamente dinámica, se espera que los materiales en suspensión no interfieran en la composición de los materiales disueltos en dicha

columna de agua, lo que minimizará la alteración en la composición de materiales en suspensión y su transporte.

Considerando lo anterior, el impacto es negativo y la escala espacial del impacto se considera a nivel del área del proyecto. La duración se considera de corto plazo puesto que el efecto será puntual, ya que la draga se irá moviendo y por tanto, la pluma de dispersión también lo hará. El nivel de resiliencia de los organismos testados a ser cubiertos con sedimento afectaría a los organismos inmediatamente debajo de la barcaza de proceso. Los valores asociados al resto de descargas son iguales o inferiores a las tasas de sedimentación naturales, teniendo en cuenta que la barcaza se irá moviendo lentamente y por tanto, el nivel de sedimentación vertido sobre los organismos se reduce.

El abanico de especies seleccionadas para los análisis toxicológicos son aquellos que la Environmental Protection Agency (EPA, agencia norteamericana que vela por los estándares de Ecotoxicología) ha seleccionado dada su gran sensibilidad a la contaminación. Teniendo en cuenta que al ser altamente sensibles a muchos contaminantes y al emplearse en estos test también sus larvas, el universo de estudio es extrapolable a las especies presentes en el Golfo de Ulloa, ya que estos organismos constituyen un estándar muy exigente a la toxicidad.

No obstante lo anterior, se llevarán a cabo monitoreos continuos para evaluar, que no se alteran las condiciones ambientales por encima de estos parámetros; por ejemplo, una vez ejecutada la remoción de las arenas fosfáticas se determinará la densidad de sedimento re-depositado en las áreas directamente afectadas, además que durante dicha actividad se tiene contemplada la estimación de parámetros como el volumen del sedimento que fue recogido, la profundidad, superficie y densidad de re-sedimentación, etc. Asimismo, dentro del siguiente capítulo tenemos el **Programa de Restauración del Fondo Marino** posterior al dragado, además de un **Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino** que incluye monitoreo de parámetros, tales como:

- Parámetros fisicoquímicos: Tº, pH , humedad
- Parámetros biológicos de sedimentos: demanda béntica, materia orgánica
- Parámetros de nutrientes en sedimentos: Fósforo total, ortofosfato (fósforo inorgánico disuelto, nitrógeno total, amonio, nitrito)
- Otros compuestos en sedimentos: metales pesados, etc.

Impactos Ambientales

Alteración en la calidad del agua marina

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Columna de agua	0.688
FACTOR	ETAPA
Calidad	Operación

Hemos visto anteriormente que durante las actividades de **dragado operación** se creará una pluma de dispersión que dará lugar simultáneamente a dos fenómenos; por un lado, la sedimentación de partículas gruesas y por el otro, la suspensión de sólidos finos que aumentarán en la columna de agua. Dichos sólidos en suspensión aumentarán niveles de fosfatos en la columna de agua, además de otras impurezas que este mineral contenga, tales como trazas de metales pesados (Ni, Cd, Ca, Hg, Ag, Zn, etc.).

Por otro lado, durante el desarrollo del proyecto habrá manejo de combustible, lo cual podría mantener el riesgo latente de derrames y posible contaminación de la columna de agua.

Al mismo tiempo, habrá un proceso antes de su transporte, donde el producto es lavado para separar los granos de fosfato del agua marina. Este proceso requiere cierta cantidad de agua dulce que desplace al agua salada adherida a los granos de fosfato, tal y como se ha indicado en el Capítulo II. El agua dulce se produce temporalmente a bordo, tomando agua salada del océano y transformando una porción en agua dulce; esta agua, una vez empleada en el lavado, se vuelve a mezclar con agua salada a bordo y se retorna al mar como agua salada normal con una concentración aproximada de sal apenas de 0.66% (34628 ppm) superior al agua inicialmente tomada, la cual tiene una concentración de 34400 ppm. Se espera que este vertido no tenga ningún efecto sobre la columna de agua. De cualquier modo, este proceso será monitoreado tanto en la toma como en la descarga, para demostrar que se mantienen los niveles.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Por lo tanto, es importante cuantificar las variaciones potenciales respecto a parámetros específicos en la columna de agua, ya que estas variaciones pueden tener cambios directos sobre la calidad del agua y las especies que dependen de éstas. Con el fin de evaluar la posibilidad de una liberación potencial de contaminantes en la columna de agua, se llevaron a cabo pruebas de decantación sobre la base de los sedimentos por Calscience (ver Anexo 4). Este conjunto de anexos proporcionan una visión completa, y demuestran que, incluso en el área inmediata a la draga y a la barcaza, los estándares de calidad del agua y los elementos en disolución están dentro de los estándares. Como ya hemos explicado, el que se trate de un proceso puramente mecánico contribuye a que no se produzcan aportes de sustancias ajenas a la propia composición del sedimento marino natural.

Por lo tanto, para evaluar este impacto tomaremos en cuenta los siguientes factores:

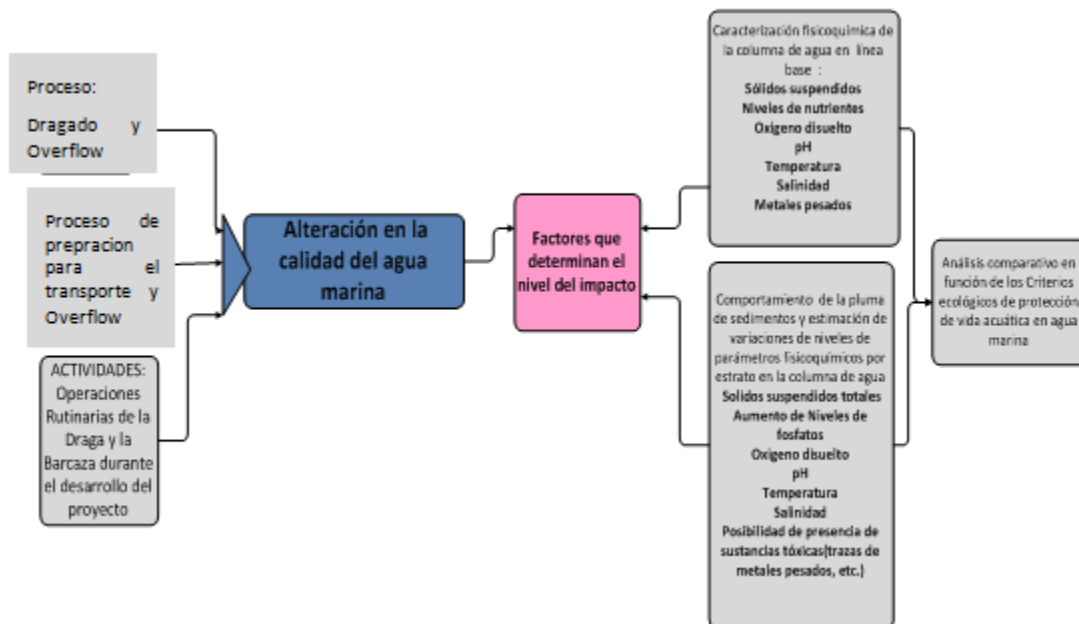


Figura V.141. Diagrama de análisis del impacto.

A continuación, se realizará un análisis por componente sobre la posible contribución por el desarrollo del proyecto a la afectación de calidad de agua marina. Los parámetros sujetos de análisis son los siguientes:

Materia orgánica

Uno de los principales efectos negativos que pudieran tener las actividades dentro de las zonas marinas es la contaminación por materia orgánica; esto puede llevar al descenso de los niveles de oxígeno debido a que en el proceso de descomposición de la materia orgánica se consume oxígeno. Además, al producirse dicha descomposición se liberan nutrientes que pueden desencadenar condiciones de eutrofización. Al respecto, cabe destacar que el proyecto tiene contemplado cumplir con todos los lineamientos establecidos en el Convenio MARPOL, donde se almacenará el agua residual proveniente de servicios de aproximadamente 60 personas que laborarán en el proyecto, por lo que se estima será mínima la cantidad de efluente, la cual será almacenada en la barcaza y una vez acumulada, se trasladará al puerto más cercano aproximadamente cada 5 ó 6 meses para que una empresa contratista especializada para el manejo de tratamiento y/o disposición final. Es decir, en ningún momento habrá vertido de aguas residuales a la columna de agua.

Riesgo de Eutrofización y predicción de nutrientes (P, PO4, NH4, NO3 Y N)

La eutrofización se define como la riqueza excesiva en nutrientes (nitrógeno y carbono orgánico) típica en los cuerpos de agua superficiales, tales como lagos o estuarios causados por la escorrentía de la tierra, más típica de fuentes antropogénicas.

El fósforo y el nitrógeno son nutrientes esenciales para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. La cantidad de estos compuestos será un importante parámetro a monitorear ya que, al tratarse de un proyecto de extracción de fosfatos, éste supone un aumento de dichos compuestos en la columna de agua, lo cual podría dar lugar a un riesgo de eutrofización. Derivado de lo anterior, como parte del proyecto se llevó a cabo un análisis detallado y un reporte sobre la evaluación de la calidad del agua a través de la empresa *HR Wallingford y Calscience Environmental Laboratories Inc.* (ver en el anexo 4 el estudio completo). Dichos análisis y reportes revisaron los estándares apropiados de calidad del agua y de sedimentos

que se pueden aplicar a la propia actividad de dragado, y evaluaron las implicaciones ambientales de la descarga de agua de procesamiento.

Basándose en la química del agua y de los sedimentos, se mostraron las variaciones de los niveles de nutrientes.

El informe de HR Wallingford Calscience muestra los resultados de los análisis químicos realizados, e indica que el vertido de fósforo diluido en el volumen de agua empleada en el proceso no constituye en modo alguno detonante de la producción primaria, porque las concentraciones máximas de ortofosfato (antes de que cualquier disolución a gran escala suceda), pueden ser de alrededor de 0.8 µg/l en la pluma. Ésta es una cantidad muy pequeña; orden de magnitud inferior al límite de detección reportado de 30 µg/l (ver el estudio completo para más detalle). Esta concentración se reducirá indudablemente con la posterior dispersión de la pluma.

Asimismo, se espera que la concentración se reduzca en las posteriores dispersiones de la pluma. La gran mayoría de material liberado por el dragado se asentará en las profundidades del océano, debajo de la zona eufótica (que es la profundidad del agua por donde la luz penetra y el fitoplancton puede fotosintetizar); esto de acuerdo con el modelo de la pluma de dispersión.

Cualquier cambio en los nutrientes no impactará inmediatamente en el desarrollo de la zona, aunque el mejoramiento temporal será el resultado de la ascensión de nutrientes de aguas profundas que emanan hacia la superficie.

Asimismo, los indicadores del sedimento no reportaron la presencia de nitrógeno inorgánico (nitratos).

Ahora bien, las concentraciones de sedimento de todas las formas de fósforo fueron altas, pero éstos contienen sólo una proporción muy pequeña de material biológicamente accesible, tal como lo indica la cantidad tan baja de concentraciones de ortofosfato medidas en el sedimento.

Como ya se indicó, los nutrientes ambientales del agua marina fueron probados en un conjunto de estaciones. El número y ubicación de las estaciones de monitoreo fueron

determinadas con base al modelo de dispersión de sedimentos, y abarca el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto.

En la figura adjunta, (Figura V.22) se expresa la ubicación de cada una de las estaciones de estudio; asimismo, se presentan como referencia el perímetro del SAR, el área de concesión minera con los 5 polígonos de trabajo en los que se ha dividido, mostrándose en la siguiente tabla las estaciones y los valores probados para amonia, nitratos, nitrógeno total, fósforo total y ortofosfato.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

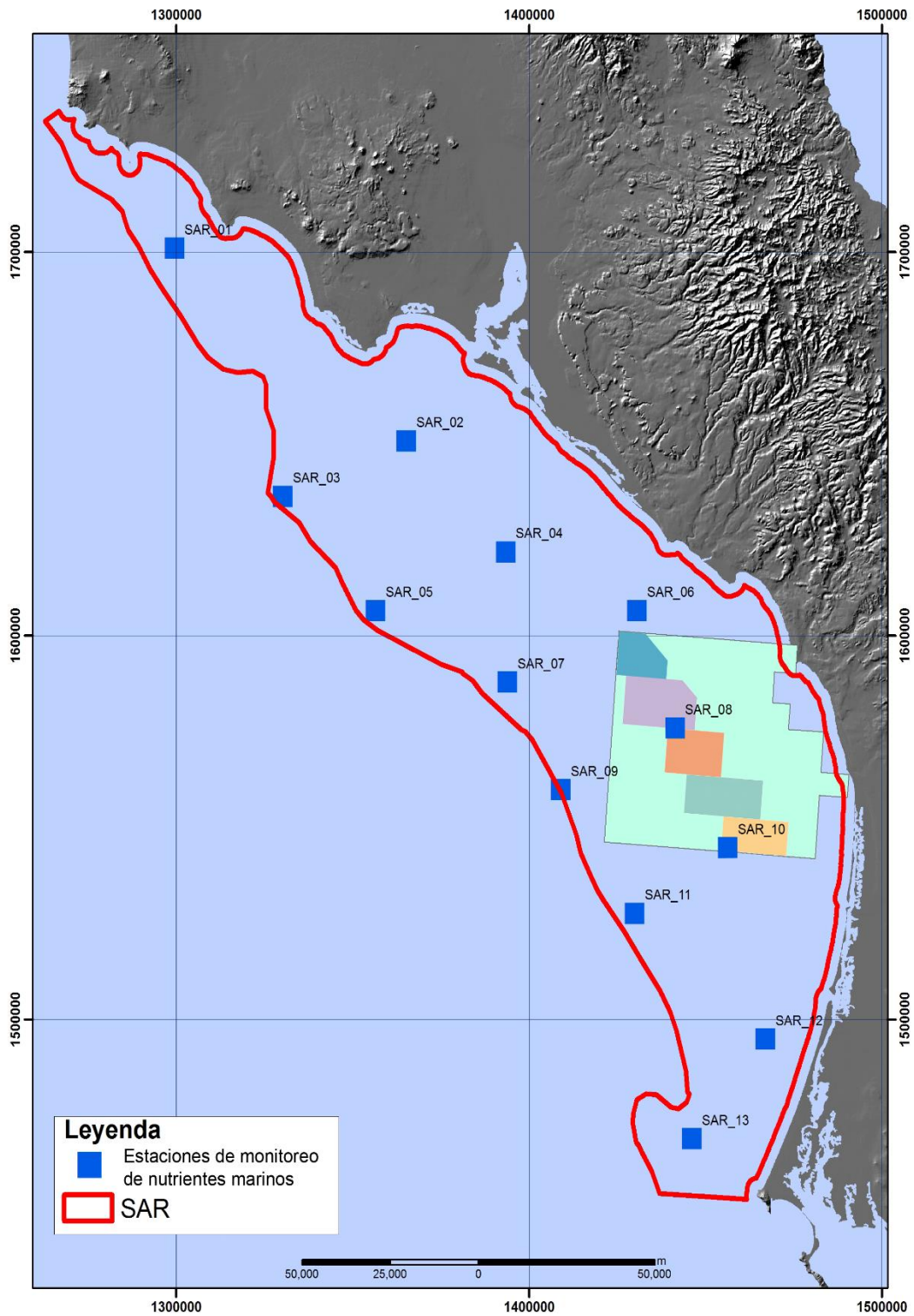


Figura V. 152. Estaciones de monitoreo de nutrientes marinos, relacionadas con el perímetro del SAR, la concesión minera y los polígonos de trabajo previstos.

Esto muestra que los ortofosfatos se presentan en concentraciones inferiores (0.03mg/l), un rango extremadamente bajo para el análisis. Esto sugiere que las concentraciones adicionales de ortofosfato liberado del sedimento serán significativamente menores o iguales en magnitud a las de los valores naturales presentes en el medio ambiente.

Tabla V. 147. Predicción de concentración de nutrientes en agua marina.

Sitio	Amonio mg/l	Nitratos mg/l	Nitrógeno Total mg/l	Fósforo Total	Ortofosfato
SAR_01	0.037	0.073	0.27	0.037	ND
SAR_02	0.035	0.069	0.23	0.048	ND
SAR_03	0.037	0.065	0.34	ND	ND
SAR_04	0.043	0.077	0.30	0.069	ND
SAR_05	0.051	0.085	0.25	0.042	ND
SAR_06	0.036	0.096	0.23	0.054	ND
SAR_07	0.035	0.062	0.32	0.056	ND
SAR_08	0.038	0.09	0.43	0.061	ND
SAR_09	0.039	0.093	0.37	ND	ND
SAR_10	0.039	0.14	0.40	0.043	ND
SAR_11	0.035	0.16	0.33	0.055	ND
SAR_12	0.039	0.12	0.27	0.053	ND
SAR_13	0.039	0.11	0.37	0.051	ND

Por lo tanto, debido a que el nitrógeno y el carbono lábil son bajos en el sitio del proyecto propuesto, el dragado en esta área de alta mar de la Bahía de Ulloa no causará problemas de eutrofización localizada o dispersa. A fin de que la eutrofización tenga lugar, debe haber una entrada constante de carbono orgánico, así como de nitrógeno, ya que estos componentes son necesarios para el incremento del crecimiento bacteriano. Sin estos parámetros, no hay ninguna fuente de alimento para las bacterias u otros productores primarios para asimilar rápidamente que se creará un repentino incremento en los niveles de la población. Por lo tanto, reiteramos que no hay ni eutrofización, ni anoxia anticipadas como consecuencia del proyecto propuesto de dragado.

El proyecto de dragado propuesto estará extrayendo fosfato de arenas minerales en alta mar con un tamaño de partícula grande, y en una zona donde el contenido orgánico y el nitrógeno son bajos. Estos resultados se basan en cientos de muestras y análisis realizados como parte de nuestros estudios base de agua y sedimentos recolectados en el lugar del proyecto propuesto. Estas mediciones físicas y los resultados de las muestras han sido proporcionadas en la presente MIA-R. Además, se encontró que las densidades de fitoplancton y diversidades son naturalmente bajas en este entorno de aguas abiertas. El dragado será temporal y espacialmente disperso, permitiendo que las zonas bentónicas se recuperen previamente al dragado en nuevas ubicaciones.

Creación de zonas anóxicas

Debido a que las actividades derivadas del establecimiento de poblaciones humanas a lo largo de las costas han incrementado la eutrofización y por ende la anoxia, se han convertido en un problema, donde las aguas residuales mal tratadas o no tratadas se liberan directamente a los ríos, arroyos, estuarios costeros o incluso directo al mar.

El alto contenido de materia orgánica y nitrógeno dentro de las aguas residuales, si no se tratan adecuadamente, pueden causar eutrofización, que a su vez pueden crear condiciones de bajo oxígeno (hipoxia) y nulo (anoxia) dentro de los cuerpos de agua.

Si bien se ha reconocido que existe la posibilidad de crear un ambiente anóxico en los radios de afectación obtenidos del modelo de la pluma de dispersión de sedimentos y la posible reducción de la luz, en el caso del proyecto.

Sin embargo, en relación con que el proyecto de dragado propuesto, no causará eutrofización ni anoxia, se proporcionan a continuación las siguientes aclaraciones:

- ✓ El proyecto de dragado propuesto estará extrayendo fosfato de arenas minerales en alta mar con un tamaño de partícula grande, y en una zona donde el contenido orgánico y el nitrógeno son bajos. Estos resultados se basan en cientos de muestras y análisis realizados como parte de nuestros estudios base de calidad de agua y sedimentos, recolectados durante los trabajos efectuados en campo en el lugar del

proyecto propuesto. Estas mediciones físicas y los resultados de las muestras han sido incorporados en la presente MIA-R y en sus anexos correspondientes. Además, se encontró que las densidades de fitoplancton y su diversidad son naturalmente bajas en este entorno de aguas abiertas como se demuestra en particular en la sección correspondiente del Capítulo IV. El dragado será temporal y espacialmente disperso, permitiendo que las zonas bentónicas se recuperen previamente al dragado en nuevas ubicaciones.

- ✓ Debido a que el nitrógeno y el carbono disponible son bajos en el sitio del proyecto propuesto, el dragado en esta área de alta mar de la Bahía de Ulloa no causará problemas de eutrofización localizada o dispersa. A fin de que la eutrofización tenga lugar, debe haber una entrada constante de carbono orgánico, así como de nitrógeno, ya que estos componentes son necesarios para el incremento del crecimiento bacteriano. Sin estos parámetros, no hay ninguna fuente de alimento para las bacterias u otros productores primarios para asimilar rápidamente y que se creará un repentino incremento en los niveles de la población.

Por lo tanto, derivado de lo anterior, reiteramos que no se prevé que haya eutrofización, ni anoxia, anticipadas como consecuencia del proyecto propuesto de dragado.

Hidrocarburos

Algún posible derrame de combustibles hacia la columna de agua podría causar el aumento de sustancias tóxicas que los organismos marinos absorben de forma inmediata, por ser sustancias hidrofóbicas. La presencia de hidrocarburos (combustóleo) en el mar es muy perjudicial para las especies marinas. Muchos animales mueren por ello y otros transportan la sustancia a través de la cadena alimenticia. Es por ello que, en el siguiente capítulo se tiene considerado seguir adecuadamente los lineamientos del Convenio MARPOL para el manejo de combustibles. Asimismo, en el siguiente capítulo se cuenta con el **Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales**.

Posibles variaciones de otros parámetros en la columna de agua por el desarrollo del proyecto.

pH

El agua de la zona marina donde se pretende implantar el proyecto tiene un pH entre 7.5 y 8. De acuerdo con pruebas del mineral de donde se extraerán los fosfatos, al contacto de agua se estima que la columna de agua tendrá variaciones mínimas en cuanto a valores de pH (ver anexo 4), cumpliendo con los Criterios ecológicos de protección de vida acuática CE-CCA-001/89, los cuales establecen que las variaciones no podrán superar 0.2 unidades de pH respecto a las condiciones naturales.

Oxígeno disuelto OD

Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo, es un indicio de contaminación, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida. De acuerdo con pruebas del mineral de donde se extraerán los fosfatos en contacto con el agua, se estima que la columna de agua no será menor a 5 mg/l cumpliendo con Criterios ecológicos de protección de vida acuática CE-CCA-001/89.

Metales pesados

El hecho de que contaminantes como metales pesados sean asociados a las partículas finas de sedimento (limos y arcillas), seguirían la trayectoria del sedimento, lo cual permite definir la relación entre la descarga de contaminantes y sus fuentes, así como predecir el transporte y destino final. Los metales pesados cobran importancia ya que estos se bioacumulan en la cadena trófica. Por lo tanto, es pertinente considerar si los niveles de estos compuestos se elevarán en la columna de agua. Para ello, el proyecto ha realizado varios estudios, entre los cuales se realizaron pruebas del mineral de donde se extraerán las arenas fosfáticas en contacto con el agua (ver Anexo 4). El reporte del análisis de sedimento y calidad del agua es muy completo y contiene información importante como el control de calidad adecuado, análisis y límites detectables. Dicho estudio lo realizó *Enchemia LCC* para los *Calscience Environmental Laboratories Inc.*, y consistió en evaluar la composición química del agua de mar, y en comprobar si la concentración de cualquier componente químico cambiaba.

Los anteriores resultados se compararon con los resultados de la muestra de control.

Tabla V. 158. Criterios de calidad de Agua de Protección de Vida Acuática.

Posible contaminante	Criterios de Calidad de Agua recomendados por USA National ($\mu\text{g/l}$)	Criterios ecológicos de protección de vida acuática CE-CCA-001/89 México ($\mu\text{g/l}$)
Aluminio	ND	200
Arsénico	36	40
Cadmio	8.8	0.9
Cromo	50	50
Cobre	3.1*	3
Plomo	8.1	6
Níquel	8.2	8
Plata	1.9	2
Zinc	81	90

Dichos resultados mostraron que sólo un número limitado de contaminantes podría ser motivo de preocupación, por lo que se estimó el aumento máximo contemplado en concentraciones de la columna de agua de aluminio, arsénico, cadmio, cromo y níquel, suponiendo que dichos metales se distribuyen de manera uniforme a través de todas las fracciones de sedimentos. En lo que respecta específicamente al cadmio, la agrupación en las concentraciones de sedimentos de diferentes tamaños en la matriz indica que los niveles de cadmio no serán elevados en la capa de sedimento fino mencionados anteriormente. El cadmio, en una matriz de sedimento, está asociado con granos de fosfato. Las concentraciones de fosfato han demostrado ser más prevalentes en una fracción de tamaño entre ~ 100 y $\sim 1000 \mu\text{m}$. Esta fracción de tamaño será eliminada y como tal, el componente de la matriz de sedimento que contiene la mayoría de cadmio se elimina del entorno. Adicionalmente, las pruebas empíricas indican una malla de sedimentos finos $\sim 100 \mu\text{m}$ que contiene sólo del orden del 37% del total de cadmio presente en la matriz, mientras que los sedimentos

destinados a ser retenidos en el proceso de dragado están en el orden de 60% del total de cadmio presente en la matriz. La implicación general es que, tanto el cadmio como el fosfato, se recuperan del fondo del mar y se retienen para su procesamiento, en lugar de ser liberados con sedimentos rechazados al fondo del mar.

Además, esta prueba no considera las condiciones hidrodinámicas del área del proyecto al ser una prueba estática, por lo que se espera que éstos constantemente estén muy por debajo de las concentraciones establecidas en los criterios ecológicos. Asimismo, es importante considerar que la mayoría del cadmio presente en el sedimento está unido a granos de fosfato predominantemente alojados en los sedimentos específicos para la retención en el proceso de dragado. Como tal, el sedimento que contiene la mayoría del cadmio se eliminará con el material fosfatado y no en la columna de agua; es decir, que se retiene para su procesamiento. Respecto al uranio, no hay estándares internacionales de calidad del agua en México ni en otro lugar pero, de acuerdo con las *Directrices del Convenio de Londres (2008)*, el contenido de uranio en los depósitos puede ser considerado como un riesgo mínimo para la salud humana. De cualquier manera se tiene contemplado un **Programa de Control y Seguimiento de Calidad del Agua del Medio Marino**.

Severidad, escala y biodisponibilidad de potenciales contaminantes y de metales pesados a resuspenderse por las plumas de finos.

El potencial de liberación de contaminantes por los sedimentos ha sido incluido en la presente MIA-R y en los análisis llevados a cabo por CalScience (Anexo 2 de la MIA). La conclusión de estos estudios, es que los contaminantes en las arenas minerales tienen una muy baja solubilidad en agua de mar, testificado por el hecho de que han estado inertes en el agua de mar durante millones de años durante el proceso de deposición.

La química del agua de mar que ha sido vigorosamente diluida con agua de mar también ha sido analizada a detalle por CalScience (Anexo 2 de la MIA) y los resultados se han incorporado en modelos de simulación para la calidad del agua de mar en las inmediaciones de los buques de dragado y procesamiento por HR Wallingford (Anexo 4 de la MIA). Los

resultados muestran que las concentraciones de contaminantes metálicos están, en todos los casos, muy por debajo de los umbrales para los estándares de las aguas marinas de California y México, y no suponen ningún riesgo para la vida marina.

Adicionalmente, EA-Engineering ha llevado a cabo pruebas eco-toxicológicas integrales en los sedimentos y en el agua de mar que había sido vigorosamente diluida con los sedimentos para simular el proceso de separación mecánica que será utilizado en la barcaza de proceso (FPSP). Las pruebas de toxicidad se llevaron a cabo bajo los estándares de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), utilizando una amplia gama de organismos de prueba aceptados incluyendo peces, crustáceos, poliquetos y embriones (larvas veliger) del mejillón de California (*Mytilus galloprovincialis*). Éste último organismo es considerado como el más sensible de las especies puestas a prueba. Ninguno de los organismos de prueba mostró ninguna evidencia de toxicidad durante un tiempo de exposición de hasta 10 días durante las exhaustivas pruebas de laboratorio.

Se llegó a la conclusión de que los contaminantes metálicos no están biodisponibles, ni en los sedimentos de la pluma de dispersión, ni en el agua de mar que se ha utilizado en el proceso de separación mecánica a bordo de la FPSP. Las concentraciones de contaminantes metálicos potenciales estarán, en todos los casos, muy por debajo de los niveles especificados tanto por las normas mexicanas para el agua de mar como para las de California, y no muestran evidencia de algún efecto sobre el más sensible de los organismos de prueba de la EPA.

Solubilidad del mineral de fosfato

El material del sitio del proyecto no es soluble en agua de mar. El material se compone de roca de fosfato, arena de cuarzo y fragmentos de conchas. Los fragmentos de conchas y roca de fosfato son insolubles bajo condiciones atmosféricas y marinas normales. Las arenas de fosfato se han precipitado en el agua de mar ambiente en el sitio del proyecto y no se disolverán en este entorno. El fosfato se ha formado de manera natural y ha estado presente

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

en el fondo del mar por decenas de miles de años o más. El fosfato se convertirá en soluble cuando se someta al tratamiento por ácidos fuertes. La producción de fertilizantes de fosfato implica la saturación de fosfato con ácido fuerte durante una serie de pasos costosa y compleja para que resulte en un producto fertilizante de fosfato estable que sea soluble en agua.

Además, cabe señalar que el fosfato del sitio del proyecto se compone de carbonatos sedimentarios, principalmente flúorapatita de carbonato sedimentaria. Este mineral no es soluble en las condiciones naturales en el sitio del proyecto, ni es soluble en las condiciones naturales más extremas que se encuentran en los ambientes marinos. Además, la flúorapatita, con un K_{sp} de $1.2 \times 10^{-60.5}$ a 25°C , no se disuelve fácilmente como otros materiales moleculares comunes (vea la Figura V.23.). Para que se disuelva la flúorapatita de carbonato sedimentaria, los niveles de pH deben estar por debajo de 6 (Guidry y Mackenzie, 2003), aunque se requieren niveles mucho más bajos de pH (≤ 4) para disolver el mineral de forma fácil y completa. Cabe resaltar que la profundidad del agua, a través del aumento de la presión atmosférica y temperatura más baja, aumentará la constante de producto de solubilidad (K_{sp}) del mineral de fosfato, lo que dificulta aún más la disolución, de modo que tendría que haber niveles de pH incluso más bajos para la disolución de los componentes del mineral en el área de proyecto (Williams y Fellows, 2011). Cabe señalar que las cifras de pH derivadas del área de proyecto promedian 7.8 y varían entre 7.68 y 8.06 (Tabla V.17). En los niveles de pH observados en el área del proyecto no se produce la disolución del mineral de fosfato o materiales devueltos.

Tabla V. 16 Análisis de pH en el área de proyecto.

pH	
pH mínimo	7.68
pH máximo	8.06
pH promedio	7.83
pH mediano	7.78

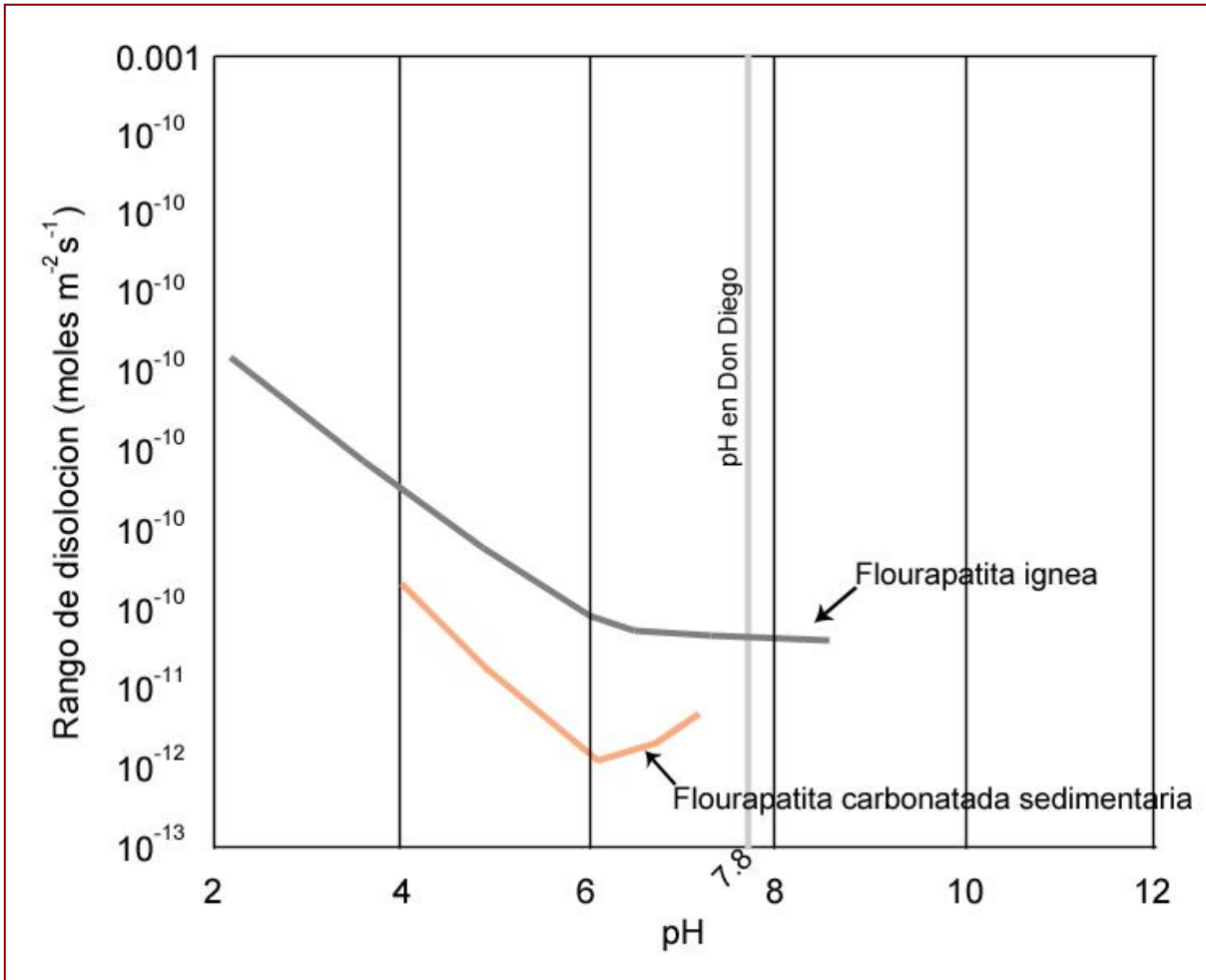


Figura V. 163. Índice de disolución de minerales flúorapatita comparado con el pH. Adaptado de Guidry y Mackenzie, 2003. Cabe destacar que el pH observado en el área del proyecto es mayor que el punto de inflexión para la curva de disolución de flúorapatita carbonada sedimentaria, lo que indica que no habrá disolución del mineral en el sitio.

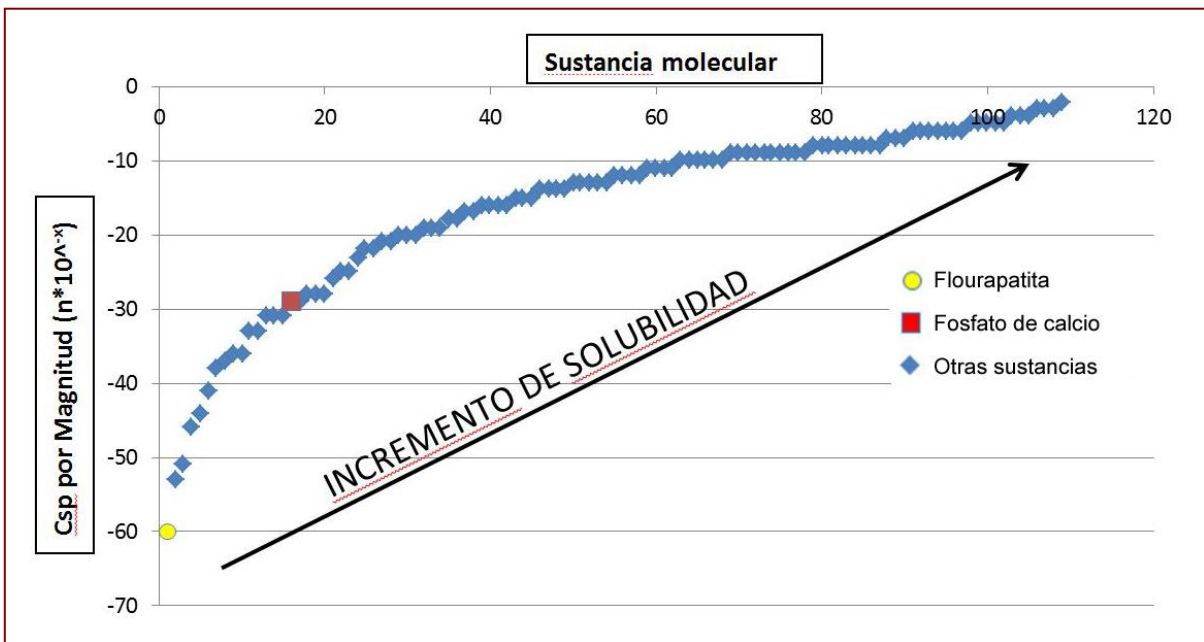


Figura V. 174. Constante del producto de solubilidad de flúorapatita ($1.2 \times 10^{-60.5}$) y fosfato de calcio (2.0×10^{-29}) en comparación relativa con los componentes adicionales. Fuente para los componentes adicionales de k_{sp} y fosfato de calcio: Universidad de Rhode Island (disponible en: <http://bilbo.chm.uri.edu/CHM112/tables/KspTable.htm>); fuente para la flúorapatita k_{sp} : Atlas, E. 1975, disponible en:

<http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/28556/AtlasElliotLeonard1976.pdf?sequence=1>

Metales pesados en el fosfato generalmente pero específicamente fuera del sitio

Por otra parte, los metales pesados en las arenas fosfóricas estarán unidos molecularmente al mineral de fosfato. La separación de estos materiales requeriría un proceso químico complejo que incluye la sumersión en ácido. Como tales, no son solubles ni en el agua ambiente en el área del proyecto, ni en el mineral, pluma o material devuelto. No se alteran de ninguna manera los metales pesados no removidos con el mineral y regresados con la arena fina de cuarzo y fragmentos de conchas gruesas. Los metales pesados no serán objeto de cualquier medio de liberación y serán devueltos en el mismo estado químico en el que hayan residido por miles de años, como es natural, en el lecho marino. Además, la ubicación del proyecto y la falta de proximidad a los sistemas principales de drenaje fluviales, que son áreas de uso agrícola o áreas de desarrollo industrial de metales pesado, indican que no ha ocurrido el asentamiento de metales pesados procedentes de fuentes extranjeras y, como tal, no hay

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

posibilidad de reintroducir estos materiales al sistema marino a través de las actividades de separación por gravedad o dragado.

Las medidas de los metales pesados tomadas de las muestras del sedimento en el área de proyecto y evaluadas por terceros indican que las concentraciones de los metales pesados de interés estarán por debajo de los criterios de calidad del agua establecidos en México (Tabla V.18), excepto el cadmio.

Sin embargo, el cadmio no estará disponible de forma biológica ya que está asociado con el fosfato mineral, el cual no es soluble en agua ni lo será, ni tampoco será retenido para separarlo y transportarlo como un proceso aparte por razones económicas.

Tabla V.20. Concentraciones de metales pesados previstas alrededor del buque de procesamiento. Todos los valores pueden compararse con los criterios de calidad de agua aplicables a México (derecha).

Metales	Blanco agua marina concentración (µg/l)	Pico de concentración medido en el sedimento (peso seco) (mg/kg)	Pico predictivo de concentración en la columna de agua (µg/l)	Criterio calidad del agua en México (µg/l)
Arsénico	1.45	33.3	6.6	40
Cadmio	0.06	19.1	3.8	0.9
Cromo	0.27	82.2	16.4	50
Níquel	0.55	25.1	5	8

Además, cabe resaltar que, como señalan los detalles del Anexo 4 de la presente MIA, los análisis de ecotoxicología de la industria estándar extensiva han indicado que no hay asociación tóxica con el material del área de proyecto aun con el 100% de elutriación. Como tal, cualquier material suspendido proveniente de la draga o *screening*, ya que no está alterado químicamente, demuestra que no tiene impactos de toxicidad en la fauna presente en el área de proyecto.

Impacto ambiental derivado de la biodisponibilidad de contaminantes y metales pesados

El potencial para la liberación de contaminantes de los sedimentos y en los análisis llevados a cabo por CalScience, han sido abordados a detalle en presente la MIA. La conclusión de estos estudios es que los contaminantes minerales en las arenas tienen una muy baja solubilidad en agua de mar, demostrado por el hecho de que han permanecido inertes en el agua de mar durante millones de años durante el proceso de deposición.

La química del agua de mar que se había diluido vigorosamente con el agua de mar también ha sido analizada a detalle por CalScience y los resultados se han incorporado en los modelos de simulación de la calidad del agua de mar en las inmediaciones del dragado y procesamiento de buques por HR Wallingford. Los resultados muestran que las concentraciones de contaminantes metálicos en todos los casos se encuentran muy por debajo de los umbrales de California y los estándares de agua de mar de México, y no suponen ningún riesgo para la vida marina.

Además, se han llevado a cabo pruebas integrales de eco-toxicología a cargo de EA-Engineering tanto en los sedimentos como en agua de mar que había sido diluida vigorosamente con sedimentos para simular el proceso de separación mecánica, para ser utilizado en el recipiente de tratamiento (FPSP). También se realizaron pruebas de toxicidad de acuerdo con las normas de la Agencia de Protección del Medio (EPA, de Estados Unidos), utilizando una amplia gama de organismos de prueba aprobados, incluyendo peces, crustáceos, poliquetos y embrionarios (larvas veliger) del mejillón de California (*Mytilus galloprovincialis*). Este último organismo de prueba es considerado como el más sensible de la especie estudiada. Ninguno de los organismos de ensayo mostró ninguna evidencia de toxicidad durante un tiempo de exposición de hasta 10 días.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Llegamos a la conclusión de que los contaminantes metálicos no son biodisponibles, ya sea en los sedimentos de la pluma de dispersión o en agua de mar que se ha utilizado en el proceso de separación mecánica a bordo de la FPSP. Las concentraciones de contaminantes metálicos potenciales en todos los casos están muy por debajo de los niveles especificados por las normas mexicanas de agua de mar de California y no muestran evidencia de efectos sobre el organismo de prueba más sensible aprobado por la EPA.

De acuerdo con lo anterior, el impacto a la alteración de la calidad del agua mariana es negativo. Sin embargo, teniendo en cuenta la elevada tasa de renovación hidrodinámica que presenta la zona que será afectada, este impacto se considera reversible y compatible con el medio. La escala espacial del impacto será limitada a nivel del área del proyecto por el comportamiento de la pluma de dispersión. Después de este margen, se espera que los niveles de posibles metales sean despreciables. La duración se considera de corto plazo, puesto que la afectación será puntual durante la etapa operativa del proyecto.

Impactos Ambientales

Afectación a la distribución local de organismos bentónicos

COMPONENTE		INDICE DE INCIDENCIA
Fauna Marina		0.75
FACTOR	ETAPA	
Distribución local	Operación	

Alteración en la diversidad de las comunidades bentónicas

COMPONENTE		INDICE DE INCIDENCIA
Fauna Marina		0.25
FACTOR	ETAPA	
Diversidad	Operación	

Uno de los principales impactos ambientales asociados a la operación del proyecto consiste en los efectos adversos hacia los organismos bentónicos. Los organismos bentónicos juegan un papel importante en la producción primaria de la zona, ya que generan y funcionan como aporte de oxígeno. Son fuente de alimentación de peces, crustáceos y equinodermos que, a su vez, sirven de alimento a otros peces. Contribuyen a diversificar y estructurar el fondo. De igual manera, constituyen una trampa de sedimento y mantienen limpia el agua; por lo tanto, son excelentes indicadores de la calidad del agua.

El sistema “overflow” es el que principalmente causará impactos a este componente derivado de las actividades tanto de la draga como de la barcaza.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

La operación de la draga extraerá directamente las arenas fosfáticas y con ello, ocurrirá de manera indefectible la eliminación directa de ciertos organismos bentónicos. Se estima que durante el recorrido de la draga, el 90% de fauna bentónica presente podría ser afectada, ya que una vez que las arenas fosfáticas sean recolectadas y llevadas a la superficie en forma de suspensión, éstas tendrán material particulado y restos de sedimento. Además, con la creación de la pluma de dispersión que ocurrirá mientras operen la draga y barcaza, habrá dos fenómenos que ocurrirán simultáneamente; por un lado, los sólidos más finos quedarán en suspensión y los más grandes sedimentarán. Los sólidos que queden en suspensión interferirán con la respiración y alimentación de estas comunidades, mientras las partículas y material de mayor tamaño se sedimentarán y enterrarán a dichos organismos.

El proceso de separación dentro de la barcaza requiere cierta cantidad de agua dulce que se produce temporalmente a bordo, tomando agua salada del océano. Una vez empleada en el lavado, esta agua se vuelve a mezclar con agua salada a bordo y se retorna al mar como agua salada normal con una concentración aproximada de sal apenas de 0.66%. Por lo tanto, se espera que este vertido no tenga ningún efecto sobre la columna de agua y, en consecuencia, tampoco tendrá ningún efecto sobre los organismos bentónicos.

De cualquier modo, este proceso será monitoreado tanto en la toma como en la descarga para demostrar que se mantienen los niveles.

En el siguiente diagrama, se visualiza esquemáticamente el flujo de eventos que causarán este impacto por el desarrollo del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

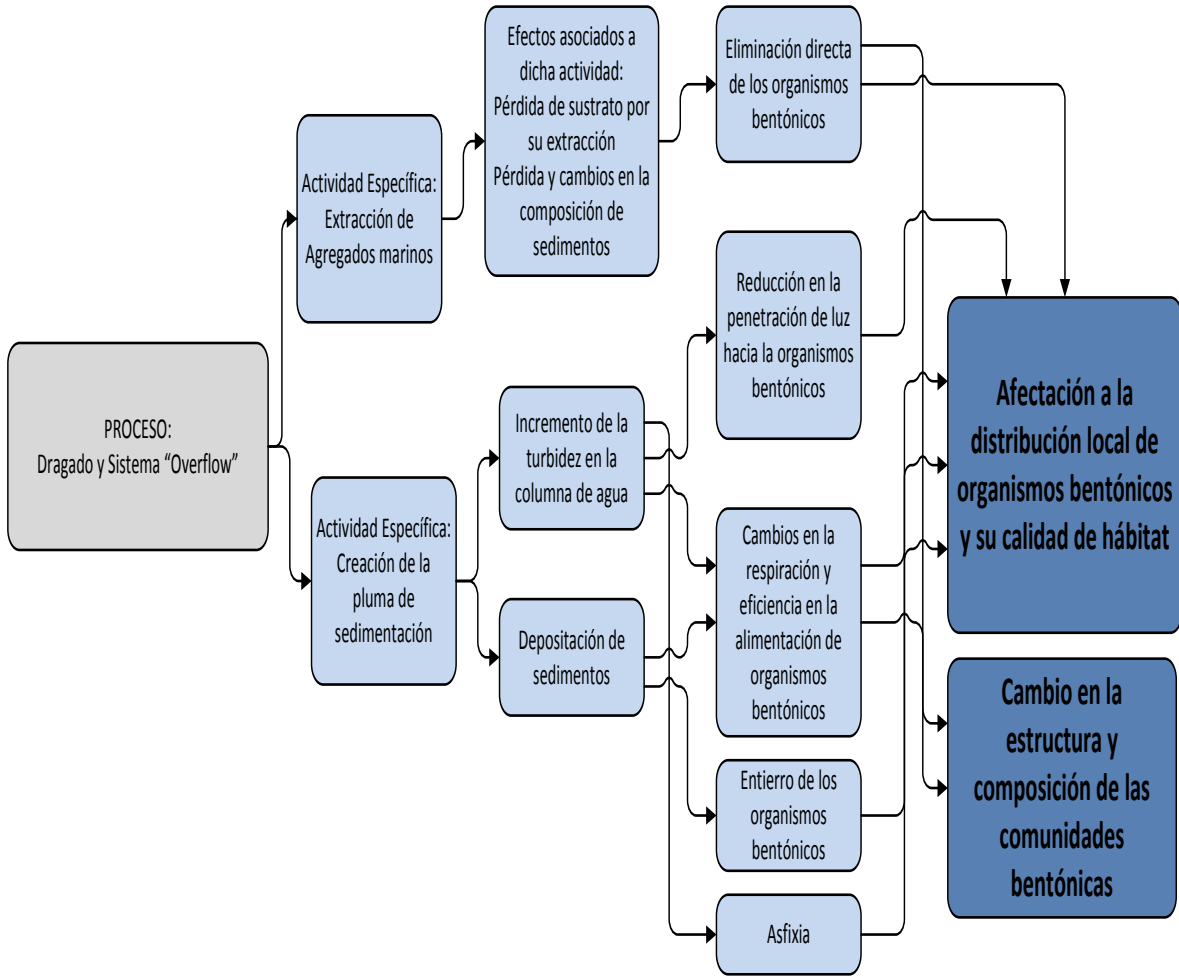


Figura V.185. Diagrama de relaciones causa-efecto del impacto.

Los factores que se analizaron para evaluar la magnitud de dichos impactos son:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

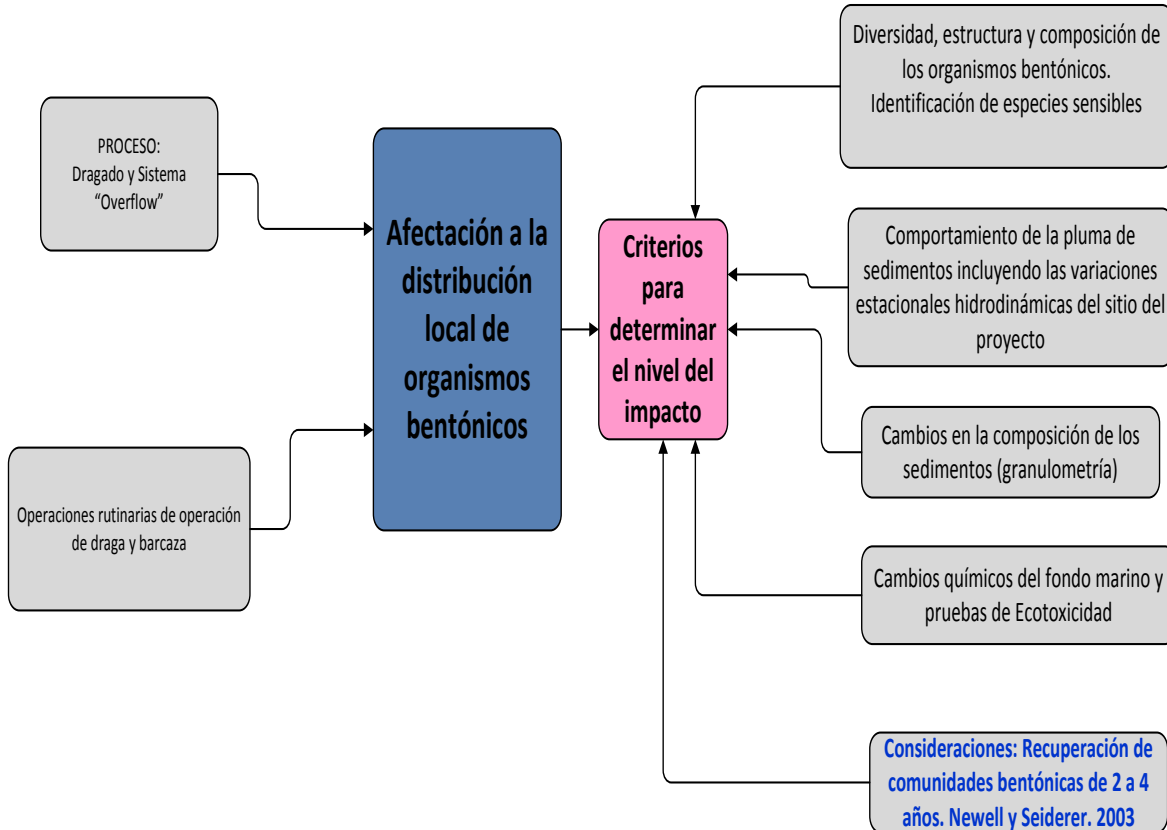


Figura V.196. Diagrama de análisis del impacto.

De acuerdo a la información presentada en la caracterización biótica del capítulo anterior, se ha llevado a cabo un análisis dirigido a especies sensibles a los sedimentos, **Predicción de la sensibilidad de organismos bentónicos en el proyecto**, el cual se encuentra en el Anexo 8. En dicho estudio, se determinó la sensibilidad a los sedimentos que producirá el proyecto hacia los organismos bentónicos. La evaluación se ha realizado sobre el impacto físico probable de los niveles previstos de sedimentación elevada y sedimentos en suspensión sobre algunas especies clave de organismos bentónicos dentro y fuera del área de afectación. En el estudio se prevé que, si la deposición de sedimentos es igual o menor a 0.05 m/año de sedimentación, más del 95 % de las especies pueden ser consideradas no sensibles a dicha deposición de sedimentos. Asimismo, si los sedimentos en suspensión son menores o iguales a los 5 mg/l, la sensibilidad de los organismos se considera insignificante. En concreto, tres de las cuatro especies identificadas por el proyecto (*Planipes pleuroncodes* con *Cigala norvegicus* del proxy *Sicyonia Ingentis* con representación *Crangon crangon* y mutador *solenocera*

también con representación *C. crangon*) no se consideran sensibles a la sedimentación y a los sólidos suspendidos tanto dentro como fuera del área de afectación. Sin embargo, aún cuando la sensibilidad es baja tanto para la especie *P. planipes* como para el pepino de mar (*Parastichopus parvimensis*) y teniendo en cuenta su ciclo de vida complejo, son especies potencialmente sensibles por la actividad de dragado, por lo que se prevé que cualquier impacto en estas dos especies será muy localizado.

Asimismo, estudios detallados sobre las respuestas de una gran variedad de invertebrados marinos en el entierro de arenas depositadas durante las operaciones de dragado en el Reino Unido (Last et al 2011, resumido en Newell y Woodcock, 2013), demostraron que los mejillones (*Mytilus edulis*) pueden sobrevivir hasta 32 días el entierro por arena, y también pueden volver a surgir desde el entierro de hasta 2 cm de sedimento. Otras especies como el gusano poliqueto *Sabellaria spinulosa* también pueden sobrevivir durante más de 32 días en sepultura, y pueden formar delicados “tubos de emergencia” que construyen hacia la superficie del sedimento después del entierro. La conclusión general de dicho estudio sobre los invertebrados de los depósitos en aguas del Reino Unido, es que los animales suelen estar bien adaptados a los aumentos en los sólidos en suspensión y a eventos de deposición que pueden ocurrir en el medio ambiente marino.

Respecto a la composición de sedimentos y al fondo marino, el proyecto implica un cambio en el tamaño y composición de sedimentos en el fondo marino; se espera que este impacto sea puntual. De acuerdo con reportes en la literatura, las zonas con baja perturbación natural y con mayor contenido de grava parecen ser más sensibles a los cambios en la composición de tamaños de partículas de sedimento. Por ello, se deben hacer esfuerzos, en la medida de lo posible, para tratar de mantener una cantidad similar de grava en los sedimentos superficiales después del dragado. Esto es importante dado el papel de la grava en el suministro de una superficie para la fijación de algunas especies y en la estabilización de las arenas y los sedimentos finos. Estas medidas ayudarán a reducir la probabilidad de cambios permanentes en la composición de sedimentos. Sin embargo, las comunidades ubicadas en las zonas del proyecto tienen un cierto nivel de perturbación física natural por la misma composición del fondo y por tanto, parecerían ser menos sensibles a determinados cambios en la alteración de tamaño de partículas. Esta observación concuerda con las conclusiones de Seider y Newell (1999), Cooper et al. (2007), quienes informaron sobre la falta de correspondencia entre la composición de las comunidades de bentos, el tamaño de la partícula estática y la distribución

en los depósitos de partículas finas y gruesas no consolidadas en zonas con alta perturbación física natural.

Por otro lado, se ha establecido anteriormente que el reporte del análisis de sedimento y calidad del agua contiene información importante con un control de calidad adecuado, análisis y límites detectables. Esto lo realizó Enchemia LCC para los Calscience Environmental Laboratories Inc. Este análisis mostró que los componentes más probables de entrar a la columna de agua son el aluminio, arsénico, cadmio, cromo, níquel, fosfato y uranio, pero que sólo una pequeña fracción del aluminio presente en el sedimento está disponible para dividirse en la fase de agua, y que es poco probable que se presente cualquier problema de contaminación de la columna de agua. Aunado a esto, el proyecto ha llevado a cabo pruebas de ecotoxicidad letal y subletal con el material dragado sobre las especies indicadoras. Como se ha dicho antes, se ha evaluado si los contaminantes en estos depósitos pueden causar un impacto en la fauna marina o en el fondo marino a través de un “Bioensayo” que incluye las pruebas de toxicidad en las especies marinas seleccionadas. EA Engineering, Science and Technology Inc. de Hunt Valley Maryland E.U.A. utilizó especies como un gusano poliqueto (*Neanthes arenaceodentata*) y un crustáceo anfípodo (*Leptocheirus plumulosus*) para evaluar el impacto de los sedimentos dragados en los organismos indicadores.



Figura V.207. Bioensayo de toxicidad con el gusano poliqueto *Neanthes arenaceodentata*.

Los resultados de los ensayos de toxicidad muestran que, después de 10 días de exposición a los sedimentos dragados del área del proyecto, había un mínimo de 88% de supervivencia del gusano poliqueto (*Neanthes arenaceodentata*) en comparación con la supervivencia 92% en el control. Ninguna de las muestras de sedimentos tuvieron una supervivencia significativamente menor que el de control ($p = 0,05$). En el caso del crustáceo anfípodo (*Leptocheirus plumulosus*), después de 10 días de exposición, había una supervivencia del 96% en todos los sedimentos de prueba en comparación con la supervivencia 97% en los controles. La supervivencia en los sedimentos de prueba era insignificamente diferente a la de los controles ($p = 0,05$). También se llevaron a cabo pruebas de toxicidad en el desarrollo de embrión del mejillón mediterráneo (*Mytilus galloprovincialis*). En estas etapas en la historia de vida de los invertebrados marinos, éstos son potencialmente más sensibles que los adultos y dan una medida de los impactos potenciales en las etapas de larva planctónica de los invertebrados marinos. En este caso, la supervivencia media de la larva en las muestras de control fue de 92% y el desarrollo medio normal del embrión fue de 91%. Después de 48 horas de exposición, hubo un mínimo de 86% de desarrollo normal del embrión en todas las pruebas de concentración; ninguna fue muy diferente del control de la disolución del agua marina.

Estos resultados mostraron que, cuando los depósitos se mezclan vigorosamente con el agua de mar, no hay evidencia de un impacto en los organismos evaluados en las pruebas de toxicidad estándar de 48 horas. Se infiere entonces, que es poco probable que la decantación de los contaminantes de los depósitos de dragado tenga un impacto en los organismos marinos, incluyendo la fauna bentónica.

Por lo anteriormente planteado, el impacto será negativo y la escala espacial del impacto estará confinada a los límites del área del proyecto. La duración se considera de mediano plazo puesto que, de acuerdo con la literatura, la recuperación post-dragado es de aproximadamente 2-3 años para este tipo de sustrato (Seiderer y Newell, 2003). En el mismo sentido, es importante considerar que un grado de impacto puede ser inevitable; sin embargo, los cambios serán aceptables. El tipo de draga y la “válvula verde” aplicada al “overflow” del proyecto harán que la pluma de dispersión sea mucho más reducida lo cual, a su vez, reducirá la “huella bentónica”. Sin embargo, sigue existiendo el potencial de ser un impacto sinérgico por la combinación de efectos. Además, otras medidas de mitigación con que cuenta el proyecto están dentro del **Programa de Restauración del Fondo Marino** posterior al

dragado, lo cual favorecerá la recolonización. Asimismo, se plantea el **Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**, con los cuales se prevé que dichos impactos sean minimizados.

Pepino de mar

Los pepinos de mar u holotúridos, se distribuyen desde zonas someras, hasta zonas abisales de los mares.

Los pepinos de mar son depredados por una gran variedad de predadores. Particularmente por predadores invertebrados como estrellas de mar, cangrejos y algunos gasterópodos son generalmente los culpables de su mortalidad, algunos juveniles son susceptibles a ser depredados por varios tipos de peces. Sin embargo, algunas especies desarrollan mecanismos pasivos o activos de defensa, que son mecanismos eficientes contra la predación.

Isostichopus fuscus, se reportó el 40% de muertes antes del año de edad y menos del 20% al alcanzar la edad adulta. Se destaca que es una especie vulnerable a la sobrepesca. Los holoturidos se distribuyen desde zonas someras hasta zonas abisales de los mares. (Herrero Perezrul, 2004). Esta especie se encuentra listado dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Parastichopus parvimensis, habita en el fondo marino y se alimenta de detritos orgánico, plancton, algas y pequeños organismos presentes en los sedimentos. (Salgado-Rogel, et al, 2009). Dicha especies no se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Uno de los principales impactos derivados por la actividad minera, en especial por el dragado del fondo marino, es la pérdida del hábitat de manera parcial y temporal. Durante las actividades de dragado, se llevarán a cabo franjas que formaran ondulaciones con la finalidad de que se regeneren los hábitats del fondo marino y se recuperen en menor tiempo los procesos y las funciones de sus características ambientales. (Por lo anterior, las franjas funcionarán como sitios de alimentación y crecimiento para los pepinos de mar durante y después de la operación del proyecto. Asimismo, las especies sésiles y demersales pueden ser succionadas por las actividades mineras. Cabe destacar, que sólo se perderán número de

individuos y no representa un riesgo para la continuidad de las poblaciones y/o comunidades de holotúridos.

Como se indicó anteriormente, el impacto será de carácter puntual, y los estudios del impacto en el fondo marino argumentan que las comunidades bentónicas que habitan sobre los sustratos arenosos tienen una alta capacidad de recolonización y de crecimiento de sus comunidades, tardando más tiempo para recuperarse los de sustratos rocosos. Se estima que el tiempo que tarda el fondo marino, bajo condiciones similares al área del proyecto, en recuperarse de un proceso de dragado es de 2 a 4 años (Newell, 2004). Ver la siguiente figura.

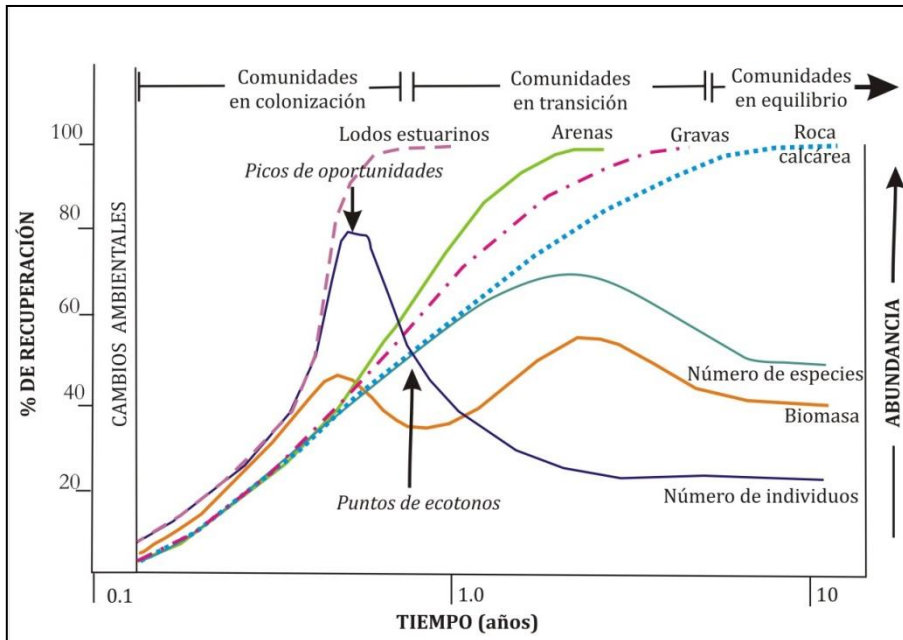


Figura V. 218. Capacidad de respuesta posterior al dragado en las comunidades bentónicas por tipo de sustrato.

Fuente: Newell, (2004).

Impactos Ambientales

Pérdida del hábitat

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Ecosistemas	0.75
FACTOR	ETAPA
Hábitat de ecosistemas acuáticos	Operación

Uno de los principales impactos ambientales asociados a la operación del proyecto son los efectos adversos hacia el hábitat. En términos generales, la pérdida de hábitats es el principal factor responsable para la rápida tasa de extinción de especies y la disminución global en la biodiversidad que se ha visto en los últimos años. El proyecto podría tener efectos sobre el hábitat, que a su vez pueden conducir a afectaciones en la diversidad de especies, la población, tamaño, y la capacidad de una población de recuperación de sí misma (resiliencia). Por lo tanto, tenemos que apreciar los vínculos entre la eliminación directa de especies y de los hábitats que sustentan éstas.

En el caso particular del proyecto, son dos actividades principalmente las que causarían este impacto; es decir: la operación de la draga y el funcionamiento de la barcaza.

La operación de la draga extraerá directamente las arenas fosfáticas y con esto, se presentará la consiguiente pérdida de sustrato. Además, con la creación de la pluma de dispersión que ocurrirá mientras opere la draga, habrá como se ha dicho anteriormente, dos fenómenos que sucederán simultáneamente; por un lado, los sedimentos más finos quedarán en suspensión y los más grandes sedimentarán. Los sólidos que queden en suspensión aumentarán la turbidez en la columna de agua, y los sólidos sedimentables enterrarán la biomasa.

Al mismo tiempo, como se ha indicado, habrá un proceso antes de su transporte, donde el producto es lavado para separar los granos de fosfato del agua marina. Este proceso requiere una cantidad de agua dulce que, una vez usada, se vuelve a mezclar con agua salada a bordo de la barcaza y posteriormente, se retorna al mar. Por consiguiente, se espera que este vertido no tenga ningún efecto sobre la columna de agua, ni sobre el hábitat. De cualquier modo, este proceso será monitoreado tanto en la toma como en la descarga para demostrar que se mantienen los niveles.

En el siguiente diagrama, se visualiza esquemáticamente el flujo de eventos que causarían este impacto por el desarrollo del proyecto.

Para evaluar la escala espacial de dicho impacto, el proyecto tomará en cuenta los siguientes criterios:

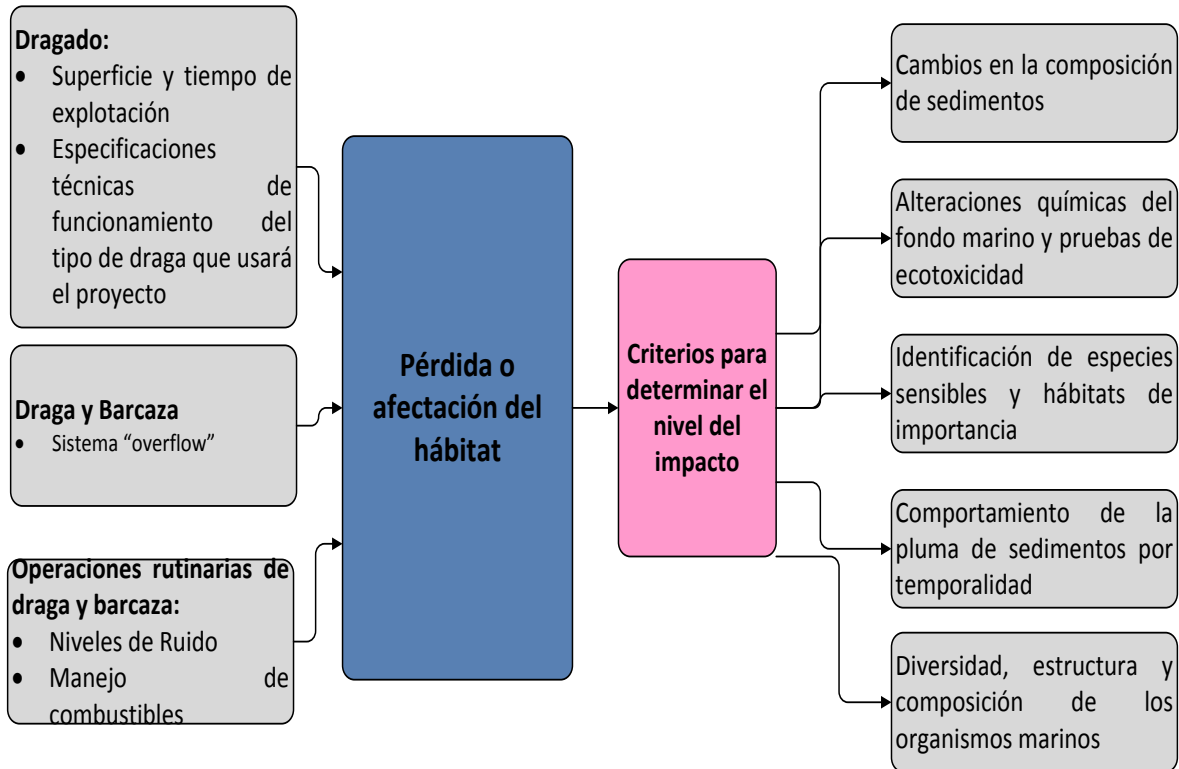


Figura V.229. Diagrama de análisis del impacto.

Impacto al hábitat bentónico

Para hablar de la magnitud del impacto ambiental por la pérdida del hábitat bentónico, se consideraron los siguientes argumentos:

1. La superficie total de la SAR corresponde a 17,737.48 km². El dragado se limitará a un Activa de Dragado (ADA) de 3.5 kilómetros de longitud y 0.2 km de ancho; por lo que la superficie anual de dragado será 0.7 km². Esto equivale a solamente 0.0039% de la superficie total de la SAR. A pesar de que es probable que sea una pérdida a corto plazo del hábitat bentónico, bajo la "huella" inmediata de la draga, es inconcebible considerar que una pérdida temporal del hábitat que sólo representa el 0.0039% del SAR podría repercutir en un efecto sobre la función de los ecosistemas presentes en el SAR, debido a que el porcentaje de afectación será mucho menor al 1% de la totalidad del SAR.
2. Una posible segunda fuente de impacto ambiental, es la zona de deposición de la pluma de dispersión. Se evaluó a los organismos residentes como resistentes a los niveles bajos de deposición de <5 cm por año, la cual probablemente se produce en el área de deposición. Es por eso que no habrá "pérdida de hábitat bentónico" en la zona de sedimentación en donde la deposición es de 1 cm a 5 cm al año.
3. No habrá ninguna "pérdida de hábitat bentónico" permanente en la trayectoria del cabezal de la draga en la zona de dragado activo. En las comunidades biológicas en el lecho marino en el área de proyecto y los depósitos de alrededor en el SAR dominan las especies "oportunistas" que tienen un periodo corto de vida y alto índice de fecundidad. Esto incluye a nematodos y poliquetos pequeños, los cuales tienen un alto índice de recolonización y recuperación, lo que hace que los miembros dominantes de la comunidad marina restablezcan la estructura de la comunidad en los siguientes meses tras el cese del dragado.
4. Las estimaciones del tiempo máximo que se necesita para la restauración de la biodiversidad y biomasa de las comunidades del lecho marino en el sitio de dragado tras el cese del dragado sugiere que el impacto "acumulativo" máximo del dragado sea la "huella" del dragado (0.0039% del área del SAR) acumulada en el periodo requerido para la recuperación total. En el caso de la biodiversidad, es probable que esto ocurra en unos meses; aunque, estamos estimando que sea de 1.5 años para incluir la recuperación de las especies con un periodo de vida largo. Los efectos acumulativos para la recuperación total de la composición de las especies (biodiversidad) será de sólo 0.0059% del SAR. Un tiempo de estimación similar para la restauración de la biomasa es de 3 años, por lo que el área máxima acumulada de impacto en dicho lapso de tiempo será de 0.0117% del área del SAR (3 años x 0.0039 km²=0.0117%).

Escala de la pérdida de hábitats bentónicos

Es importante señalar que no habrá una pérdida de hábitat permanente; toda vez que el impacto ambiental será de carácter temporal al hábitat del lecho marino y a la comunidad biológica asociada que está directamente bajo la huella del cabezal de la draga y en una zona muy pequeña de deposición bajo la embarcación de procesamiento. Esto se puede comparar con el área total del SAR como se ha definido con anterioridad, que puede llegar a la estimación de la importancia de pérdida de hábitat temporal en la función del ecosistema del mismo SAR.

Al respecto, la superficie total del SAR como se definió corresponde a 17,737.48 km². El dragado se limitará a un área Activa de Dragado (ADA) de 3.5 kilómetros de longitud y 0.3 km de ancho. Esto equivale a solamente 0.0039% de la superficie total de la SAR. A pesar de que es probable que sea una pérdida a corto plazo del hábitat bentónico, bajo la huella inmediata del cabezal de la draga, es inconcebible considerar que una pérdida temporal del hábitat bentónico en sólo 0.0039% del SAR, podría tener un efecto sobre la función de los ecosistemas existentes en el mismo.

Una posible segunda fuente de impacto ambiental, es la zona de deposición de la pluma de dispersión, tal y como se muestra en la siguiente Figura V.30:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

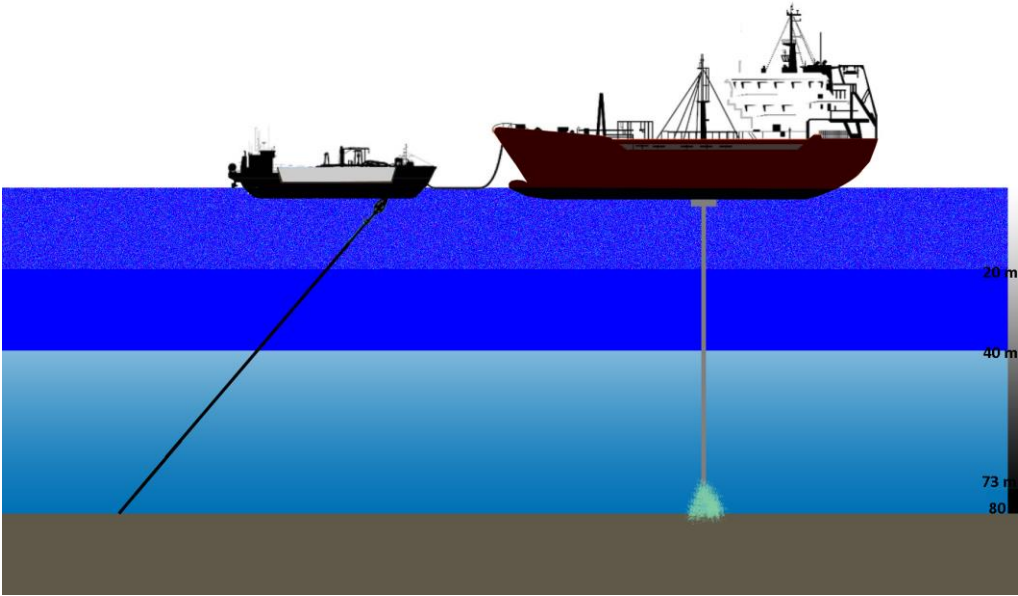


Figura V. 30. Se muestra el área de deposición de descarga a través de ductos extendidos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

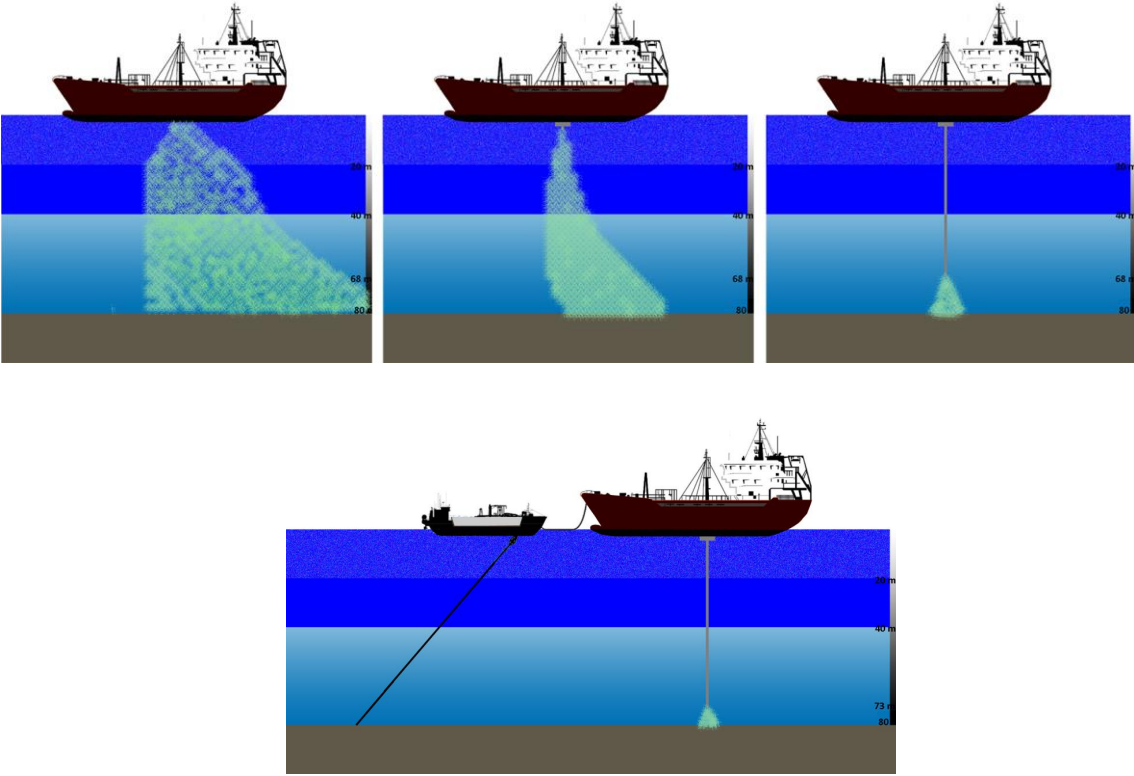


Figura V. 231. Imagen comparativa de las distancias de descarga y sus plumas de dispersión, a nivel de la superficie (izquierda), a 7 metros de profundidad (centro) y a 68 metros de profundidad (derecha) y de 73 metros de profundidad abajo.

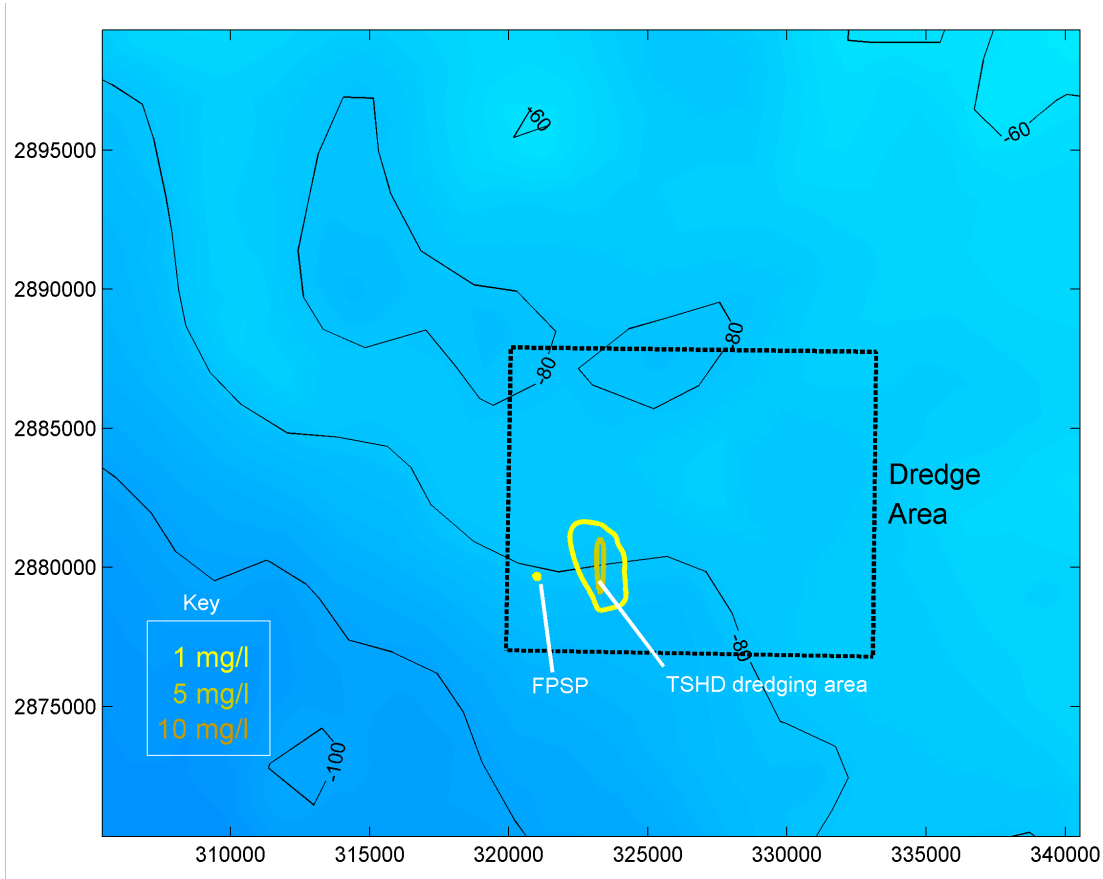


Figura V. 242. Huella de aumentos medios previstos en la concentración de sedimentos en suspensión - escenario con descarga tubería a 40 metros de la TSHD ya 68 metros de la FPSP.

Cabe señalar que se evaluaron a los animales como resistentes a los niveles bajos de deposición de <5 cm por año, lo cual es probable que se produzca en el área de deposición que se muestra en la Figura 2. Es por eso, que no habrá “pérdida de hábitat bentónico” en la zona de sedimentación en donde la deposición es entre 1 cm y 5 cm al año.

Recuperación de la composición de la comunidad tras el cese de dragado.

Es importante señalar que la pérdida de hábitat bentónico bajo la huella inmediata de dragado en el Área de Dragado Activa (ADA) no es permanente, y es probable que haya un impacto acumulativo de dragado, además del tiempo que necesitan los recursos biológicos para recuperarse.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Se llevaron a cabo análisis detallados de la fauna del lecho marino en el área de proyecto y los depósitos alrededor de la Bahía de Ulloa (Marine Ecological Surveys Ltd 2014). Estos análisis muestran que a la fauna bentónica en el sitio del proyecto y en cualquier lugar de la Bahía de Ulloa está dominada por especies oportunistas (seleccionadas r) típicas, incluyendo a los gusanos nematodos y gusanos poliquetos pequeños. Las comparaciones entre las siguientes Figuras, muestran que muchos de los taxones más abundantes también estaban distribuidos de forma extensa. Nueve de los taxones más distribuidos eran anélidos y el taxón permanente era los nematodos. Estos se producen como componentes dominantes de la comunidad a través de los depósitos de la Bahía de Ulloa y no son los que colonizarán como componentes “extranjeros” en los depósitos tras el cese del dragado.

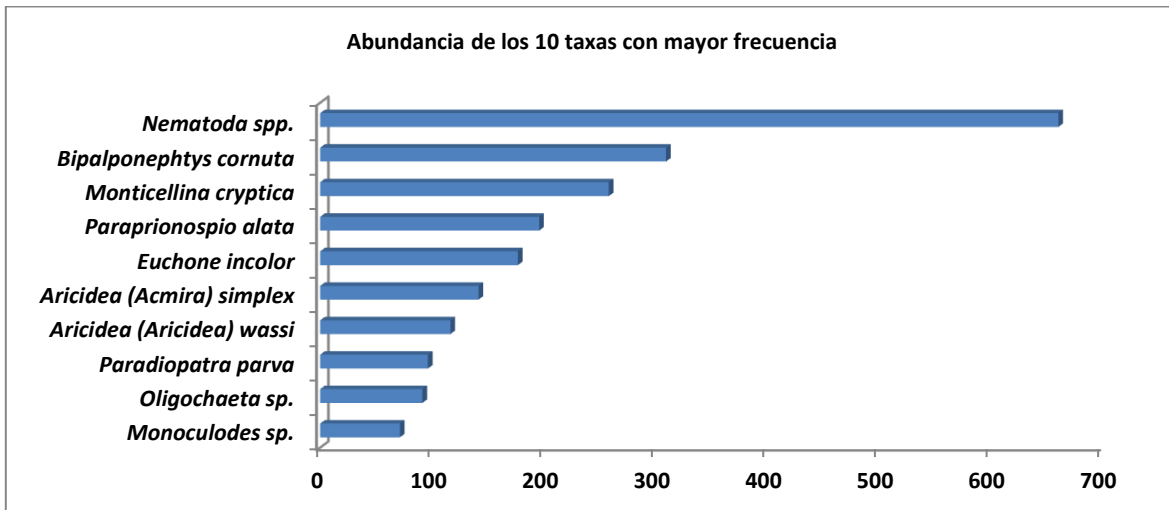


Figura V. 25 Muestra la abundancia de los 10 taxones muestreados con más frecuencia de infauna bentónica muestreada en el área de proyecto y los depósitos alrededor en la Bahía de Ulloa.

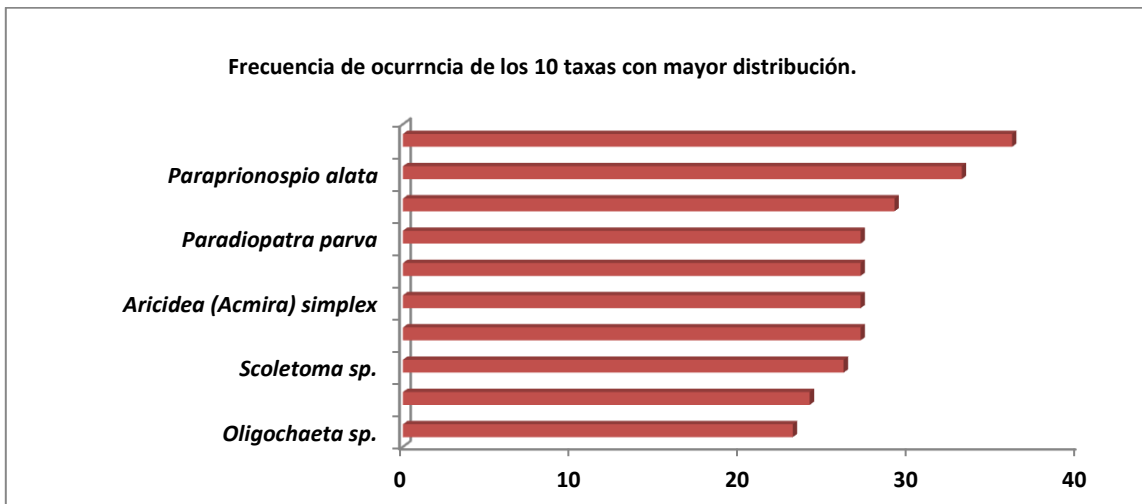


Figura V. 26 La frecuencia de ocurrencia de los diez taxones distribuidos de forma más extensa de la infauna bentónica. El valor presentado representa el número de muestras con cada taxón enumerado que se registró en los depósitos en el área de proyecto y en los depósitos alrededor de la Bahía de Ulloa.

Las figuras anteriores muestran que en las comunidades biológicas en el lecho marino en el sitio del proyecto y depósitos en el SAR dominan las especies oportunistas que tienen un periodo de vida corto y alto índice de fecundidad. Esto incluye a los nematodos y poliquetos pequeños con un alto índice de recolonización y recuperación, lo que hace que los miembros dominantes de la comunidad marina restablezcan la estructura de la comunidad en los siguientes meses tras el cese de dragado.

La inspección de los índices de recolonización reportados en la literatura se ajusta a los principios de la sucesión ecológica establecidos para los depósitos marinos desde los trópicos hasta los mares del norte. La figura anterior muestra los índices de recuperación de las comunidades de invertebrados marinos en diferentes depósitos marinos de arena limosa fina similar a aquellos en la Bahía de Ulloa (en el lado izquierdo del diagrama) a través de los depósitos que soportan una variedad más amplia de animales incluyendo a las especies bivalvos grandes con un periodo de vida mayor.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

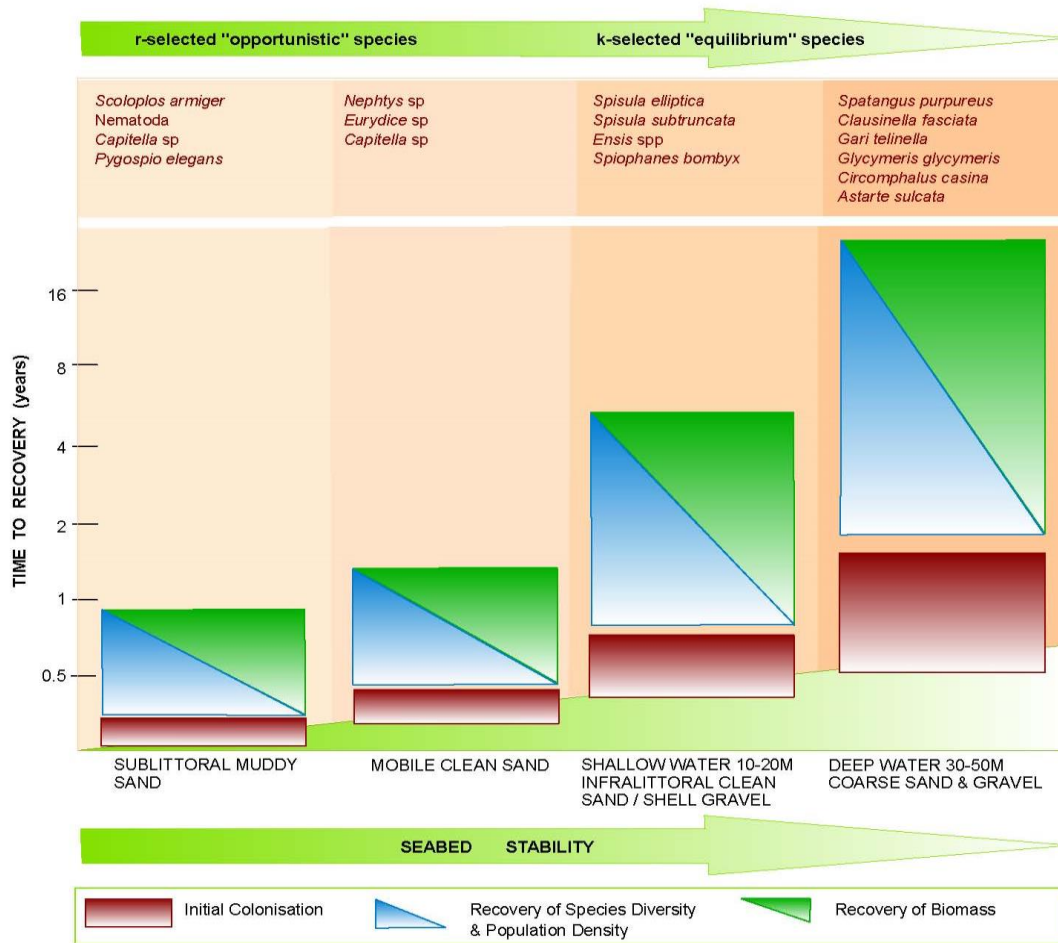


Figura V. 275. Histograma que muestra la fauna del lecho marino tras el cese de dragado en arenas lodosas finas a través de arena y grava compacta. El histograma del lado izquierdo es para la comunidad dominada por nematodos, poliquetos pequeños y crustáceos similares a los del área de proyecto (Newell y Woodcock, 2013).

Tabla V. 21. Traducción inglés- español de la Figura V.34

r-selected "opportunistic" species	Especies "oportunistas" seleccionadas r
k-selected "opportunistic" species	Especies "oportunistas" seleccionadas k
Time to recovery (years)	Tiempo de recuperación (años)
Sublittoral muddy sand	Arena lodosa del sublitoral
Mobile clean sand	Arena limpia móvil
Shallow water 10-20M infralittoral clean sand/shell gravel	Arena limpia del infralitoral de 10-20 m de agua poco profunda/ cáscara de grava

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Deep water 30-50 M coarse sand and gravel	Arena y grava compacta de 30-50 m de agua profunda
Seabed stability	Estabilidad del lecho marino
Initial colonisation	Colonización inicial
Recovery of species diversity and population density	Recuperación de la diversidad de especies y densidad de población
Recovery of biomass	Recuperación de biomasa

La figura anterior muestra que la colonización inicial por migración lateral de invertebrados activos y el establecimiento de plancton se puede producir de forma rápida (en meses) en depósitos finos tal y como los que se encuentran en la Bahía de Ulloa y se han confirmado estos resultados de forma extensa en otros hábitats del lecho marino (Ver Newell et al, 1998; Foden, et al., 2009). Algunas especies de invertebrados más grandes tienen un crecimiento más lento y viven más tiempo que la mayoría de los poliquetos pequeños y crustáceos que dominan las arenas lodosas finas. En este caso, restauración de la biomasa de los depósitos colonizados nuevamente toma más tiempo y por esta razón hemos estimado un tiempo general de hasta 3 años para la recuperación completa de la biodiversidad y biomasa tras el dragado en el proyecto.

Cabe destacar, que la mayoría de la recolonización a través de una comunidad de organismos residentes debe ocurrir unos pocos meses después del dragado e incluso la biomasa de la comunidad que caracteriza a los depósitos en la Bahía de Ulloa es probable que haya sido restaurado por el crecimiento de los individuos que colonizan dentro del período de 3 años que hemos estimado.

En consecuencia, el impacto es negativo, y la escala espacial del impacto estará confinada a los límites del área del proyecto; es decir, la zona alrededor del área del proyecto. La duración se considera de corto plazo, puesto que la afectación será por un tiempo limitado y puntual, y una vez que se trabaje en ésta área, no se volverá a tocar. En el mismo sentido, se considera un impacto acumulativo al interior del proyecto por la suma puntual de todos los puntos

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

explotados y además, será un impacto residual. Sin embargo, se espera que la biota marina se adapte al cambio del medio ambiente local, por lo que eludirán la zona del proyecto. Además, se tiene contemplado el **Programa de Restauración del Fondo Marino** posterior al dragado, en el que se contempla una restauración *in situ* como medida de compensación (ver siguiente capítulo). Asimismo, se contempla el **Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino**. Con la aplicación de ambos programas, el impacto se minimiza y se compensa.

Impactos Ambientales

Pérdida de individuos de especies de tortugas marinas

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Fauna marina	0.688
FACTOR	ETAPA
Zonas de alimentación y /o desplazamiento de tortugas marinas	Operación

Las tortugas marinas son especies con un ciclo de vida complejo que se caracterizan por diversos estados juveniles que ocupan hábitats diversos. Por ejemplo, la especie *Caretta caretta* es una especie altamente migratoria.

En el caso particular del proyecto, son dos actividades principalmente las que causarán este impacto: la operación de la draga en sí misma y el funcionamiento de la barcaza.

En el siguiente diagrama, se esquematizan los criterios que determinarán el nivel del impacto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

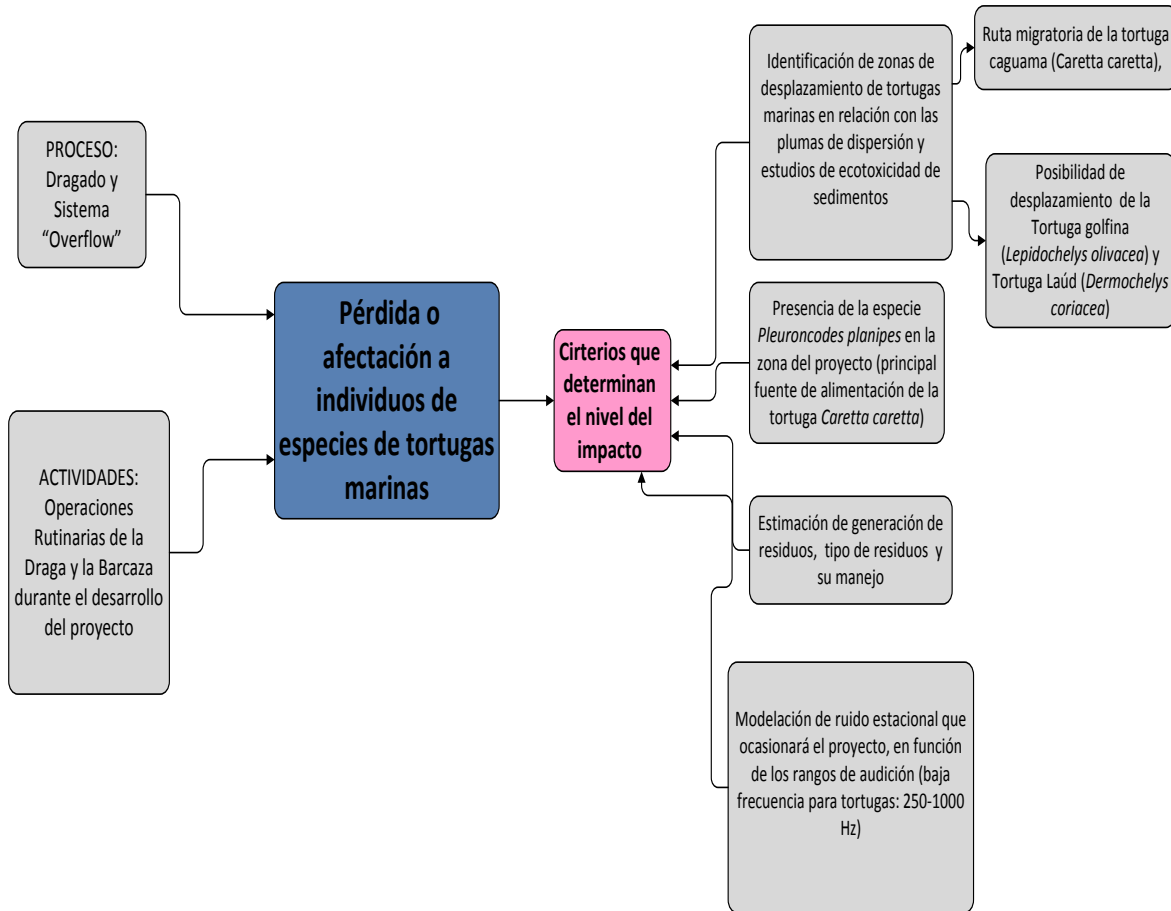


Figura V.286. Diagrama de análisis del impacto.

La mayoría de las tortugas marinas se distribuyen ampliamente en aguas tropicales y subtropicales de todos los océanos. Todas las especies de tortugas marinas son de larga vida, crecimiento lento, se caracterizan por un ciclo de vida complejo y utilizan una amplia gama de hábitats. La madurez sexual es tardía en todas las especies, con estimaciones que varían entre diferentes especies y poblaciones, pero que por lo general superan los 20, hasta los 50 años. Debido a su gran longevidad, un ciclo de vida que requiere varios tipos de hábitat y a su extensa distribución en términos de las distancias que cubren, las tortugas marinas son afectadas en todas las etapas de su ciclo de vida por una gama de factores diferentes, algunos naturales y otros causados por las actividades humanas.

En el ambiente marino, las amenazas se derivan de los efectos del cambio climático, incluyendo cambios en la temperatura del mar, las corrientes y procesos oceanográficos tales,

como las fases El Niño de la Oscilación del Sur, las interacciones de la pesquería; la contaminación (las tortugas marinas comen una gran variedad de desechos marinos tales como bolsas plásticas, bolas de plástico y alquitrán, globos entre otros); así como las colisiones con embarcaciones, especialmente en las aguas costeras. Además, una enfermedad conocida como fibropapiloma, un crecimiento tumoral que mata a las tortugas marinas, está afectando ahora a gran cantidad de tortugas alrededor del mundo. Se supone que esta epidemia, la cual podría estar ligada a la contaminación tóxica de los océanos, está afectando el sistema inmune de las tortugas marinas. Una de las amenazas mayores para las poblaciones de tortugas marinas es la captura en los artes y aparejos de pesca.

Sin embargo, hay evidencia que algunas poblaciones de tortugas marinas han disminuido de manera dramática en las décadas recientes y todas las especies de tortugas marinas cuyo estado de conservación ha sido evaluado se consideran amenazadas o en peligro.

La captura incidental en redes agalleras y de cimbra en el Golfo de Ulloa representan una de las causas de mayor mortalidad de tortugas en el área. Un indicador principal es el número de hembras reproductoras, en el año 2003, fue de 1,000 hembras anidando. En 2003, se registró un promedio de 500 caparazones de tortuga en 43 km de la playa de San Lázaro, lo que representa una tortuga muerta de cada 4 km por día en temporada de verano, que está directamente relacionado con la temporada de pesca de escama, lo que constituye la frecuencia de varamientos más alta a nivel mundial. Los autores Peckham y Maldonado estimaron mediante el modelo Monte Carlo, que en los años 2005 y 2006, murieron entre 1,500 y 2,950 tortugas, como un efecto de la captura incidental durante la operación de la flota pesquera ribereña. Otros registros obtenidos en el año 2012, PROFEPA reportó 438 tortugas muertas en la playa de San Lázaro, en los meses de julio y agosto. En 2013, la misma dependencia encontró 951 tortugas fallecidas.

Uno de los principales impactos que se produce por las actividades mineras marinas es la pérdida del hábitat, que brinda alimento y sustrato a las comunidades bióticas marinas. Durante el desarrollo del proyecto, las especies marinas se pueden desplazar libremente hacia los sitios adyacentes que presenten las características ambientales similares.

Por lo anterior, la permanencia de la tortuga marina en el SAR está sujeta a mucha presión antropogénica por la flota pesquera, siendo uno de las principales causas e impactos en los

reportes de mortalidad de tortugas. Dichas actividades pesqueras se han llevado a cabo durante cientos de años y una de las soluciones, es que todas las embarcaciones que constituyen las flotas pesqueras se equiparan con aparatos para disuadir de tortugas durante todas las temporadas de pesca, además de implementar otras estrategias de conservación, para evitar su muerte incidental. Sin embargo, la realidad es otra, y la mortalidad de tortugas en esas artes de pesca desprovistas de mecanismos para proteger y conservar la vida de los quelonios cobra una cuota muy alta año tras año. En resumen, la principal actividad causante de la mortalidad de tortuga marina en el SAR es la pesca incidental, que dicho efecto y actividad es ajena al proyecto.

Es por ello que para evaluar este impacto, nos basaremos en tres líneas de análisis específicamente:

- Perturbación del hábitat en relación con el desplazamiento de las tortugas marinas.
- Presencia de posibles agentes contaminantes (químicos y/o físicos por el desarrollo del proyecto).
- Aumento de los niveles de ruido en la columna de agua.

Perturbación del hábitat en relación con el desplazamiento de las tortugas marinas

Los efectos de la degradación o perturbación de su hábitat dependen de una variedad de factores, incluyendo:

- Si las zonas degradadas son hábitats clave;
- El tamaño de la zona degradada;
- El grado y la persistencia de la perturbación.
- Existencia de sitios de anidación claves para las tortugas marinas.
- Afectación directa de la draga de succión en marcha a individuos de estas especies.

Como hemos dicho anteriormente, el proyecto implica la generación de un pluma de dispersión, la cual ocasionará aumento de la turbidez por la presencia de sólidos en suspensión, afectando directamente las condiciones del hábitat donde se ejecuta directamente la acción; esto a su vez, puede disminuir la fuente de alimentación de dichas especies.

La literatura ha reportado que la fuente principal de alimento de las tortugas marinas es la langostilla *Pleuroncodes planipes*, en especial de la tortuga caguama (Ramírez-Cruz et al., 1991; Aurióles-Gamboa, 1995; Peckham y Nichols, 2002). Al respecto y de acuerdo con la caracterización biótica presentada en el capítulo IV, se ha mostrado que en la zona del proyecto se presentaron valores medios de abundancia de la *Pleuroncodes planipes*. Siguiendo con la literatura, no se ha reportado la existencia de sitios de anidación de la tortuga caguama en playas del Pacífico mexicano, pero sí una zona de alimentación localizada frente a las costas de la península de Baja California Sur, particularmente entre Punta Eugenia y el complejo lagunar Bahía Magdalena en la denominada Bahía de Ulloa.

En las siguientes figuras, se muestran las zonas de desplazamiento y alimentación de la tortuga *Caretta caretta*. Es importante mencionar que en la segunda imagen se muestran las zonas más activas entre Japón y México. Para este grupo, se han establecido el **Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa** y el **Programa de Monitoreo Acústico en el Medio Marino para la Protección de la Fauna Marina**.



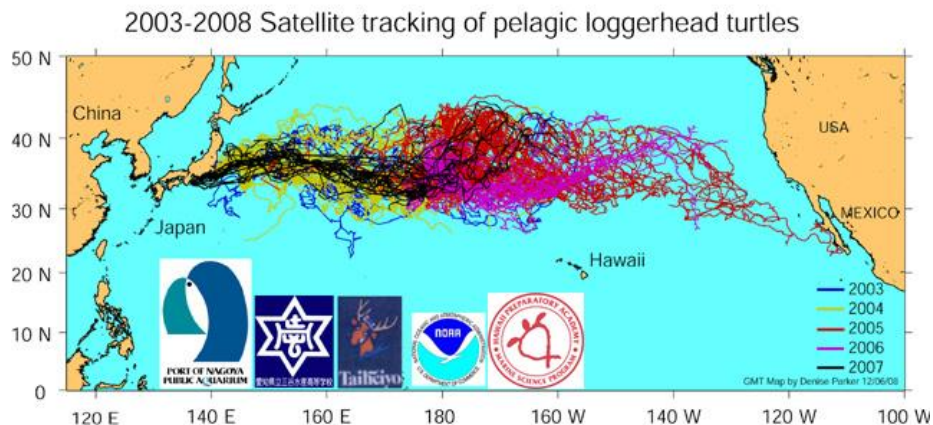


Figura V.297. Zonas de desplazamiento de la tortuga *Caretta caretta* entre Japón y México y su distribución a nivel mundial.

Presencia de posibles agentes contaminantes (químicos y/o físicos por el desarrollo del proyecto)

Las operaciones rutinarias del proyecto implican la generación de residuos, sólidos, líquidos y peligrosos que, si no son manejados adecuadamente, pueden contaminar la columna de agua. Por lo tanto, las tortugas marinas podrían verse afectadas directa e indirectamente por sustancias tóxicas que se pueden verter directamente en la columna de agua, por ejemplo, los vertidos de aguas residuales. La sustancia química contaminante más común incluye los hidrocarburos (combustibles). Dicha sustancia química también puede afectar a las tortugas indirectamente (por ejemplo, afectando a otros eslabones de la cadena alimenticia). Del mismo modo, los nutrientes y los sedimentos que se introduzcan a la columna de agua pueden afectar a las tortugas marinas; por ejemplo, causando la proliferación de algas o sofocando las fuentes de alimentación de estas especies. Los derrames de combustibles pueden dar lugar a impactos directos e indirectos sobre las tortugas marinas. En este sentido, cabe destacar que en el siguiente capítulo se incluyen procedimientos de respuesta a derrames de combustibles. Los efectos tóxicos de los combustibles sobre las tortugas pueden incluir la inmunosupresión, alteración de la reproducción, anomalías en su desarrollo o en su comportamiento, enfermedades (incluidos tumores) y la muerte. Por último, el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, incluido en el siguiente capítulo, también cuenta con medidas preventivas de manejo de residuos.

Aumento de los niveles de ruido en la columna de agua

La gravedad de los efectos depende de las características del ruido (por ejemplo, la intensidad o el volumen, frecuencia o tono, duración, frecuencia de ocurrencia, la distancia entre la fuente de sonido), y del entorno físico (por ejemplo, la profundidad del agua, el tipo de fondo). Las tortugas marinas no tienen un órgano externo de audición. Muy pocos estudios se han realizado sobre los efectos del sonido en las tortugas y sobre su respuesta de comportamiento subsiguiente.

Sin embargo, se piensa que la percepción auditiva de la tortuga se produce a través de una combinación de hueso y conducción de agua, en lugar de conducción de aire (Lenhardt 1982, Lenhardt *et al.* 1983, Lenhardt y Harkins 1983, Moein - Bartol *et al.* 1999). Se cree que las tortugas escuchan los sonidos de baja frecuencia, con rangos de audición 250-1000 Hz (Moein - Bartol *et al.* 1999), y que la máxima sensibilidad es entre 300 y 500 Hz para las tortugas verdes (Ridgeway *et al.* 1969).

Los efectos adversos del ruido sobre las tortugas pueden ir desde la modificación del comportamiento, incluyendo leve alteración, interrupción o alteración de sus actividades y el desplazamiento de sus hábitats, hasta lesiones, desorientación, pérdida de movimientos motores, e incluso la muerte en casos severos (Lenhardt 1994, Lutcavage *et al.* 1997). Se desconoce la existencia de casos documentados de lesiones causadas por el ruido. Las actividades que causarán ruido son el dragado en sí mismo, y el desplazamiento de la draga y de la barcaza. En este sentido, cabe destacar que el desplazamiento que se llevará a cabo durante el dragado será a una muy baja velocidad de 1 a 2 nudos.

Sin embargo, la contaminación acústica generada por las actividades de dragado, generalmente es constante, no intermitente y de baja frecuencia. En la figura siguiente, se muestran las frecuencias de sonido emitidas por diferentes barcos dragadores, las cuales varían entre 160-180 dB $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2$.

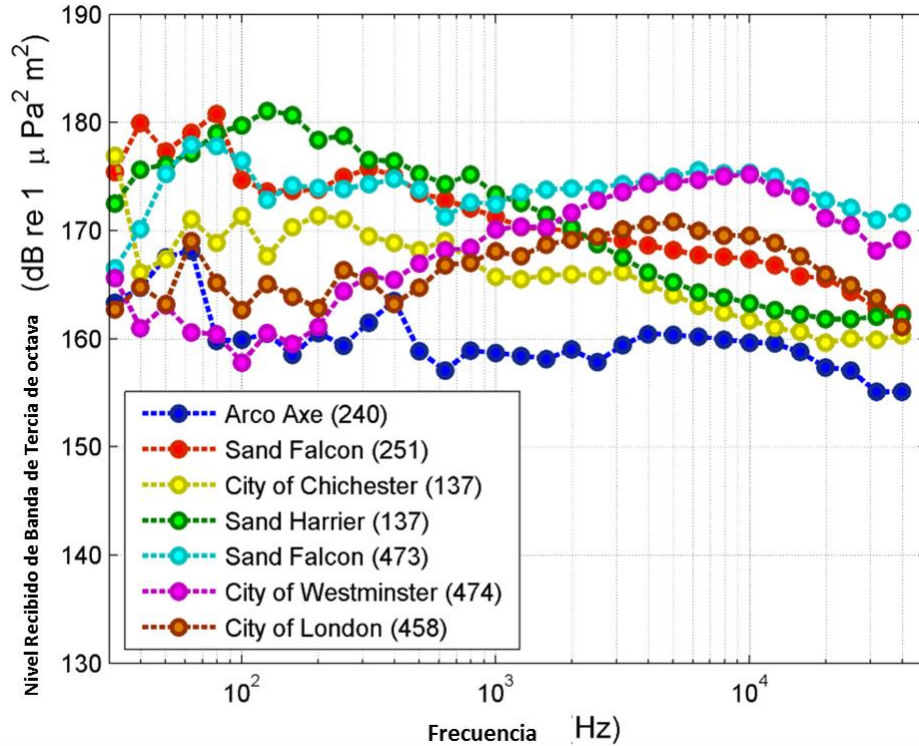


Figura V.308. Niveles de sonido generados por diferentes operaciones de dragado (Tomado de Robinson *et al.* 2011).

No obstante, más adelante, se presentan las fuentes de sonido emitido por las operaciones típicas para agregados marinos en el lado sur del Mar del Norte (Robinson *et al.*, 2011), las cuales son similares a las obras de dragado propuestas para el sitio del proyecto.

Las amplitudes de las fuentes de sonido a cada una de las frecuencias derivadas de la anterior figura se muestran en la siguiente tabla.

Tabla V.22. Amplitudes de fuente de sonido.

Frecuencia	Nivel de fuente (dB re 1 μPa)
250	175
500	173

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Frecuencia	Nivel de fuente (dB re 1μPa)
1000	171
1600	170
4000	168

Los sonidos que se emanarán de la draga son uniformes y contínuos y como tales, es más probable que resulten en diferentes respuestas conductuales comparados con sonidos de impulso, como los producidos por el clavado de pilotes y actividades similares. La draga y otras embarcaciones en el sitio se estarán moviendo lentamente o permanecerán estáticas, y emitirán sonidos que en términos generales pueden ser similares a otras embarcaciones.

La siguiente tabla muestra una comparación del sonido emitido por varias embarcaciones relevantes, incluyendo aquellas utilizadas para la observación de ballenas.

Tabla V. 173. Sonido emitido por varias embarcaciones relevantes.

Tipos de Embarcaciones	Frecuencia de Referencia Hz	Amplitud dB a 1m
Transporte de contenedores	20Hz – 10 kHz	188 Db

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Barcos cisterna (petroleros)	20Hz - 10kHz	186 dB
Draga	250Hz - 4kHz	175 dB
Buque pesquero	100 Hz - 4 kHz	170 dB
Embarcaciones de observación de cetáceos	100 Hz a 20.3 kHz.	145 a 169 dB aumentado con velocidad

Datos tomados de: Buques mercantes (Merchant ships) - *McKenna, Ross, Wiggins and Hildebrand 2011*

Medidas de sonido bajo el agua de embarcaciones pesqueras (Underwater sound measurements from fishing vessel) “Brennholm” - *Héctor Peña, Jan Tore Øvredal, Bjørn Totland and Nils Olav Handegard August, 2011*

Observación de Ballenas RIB con gemelo Yamaha 165 Hp fuera de borda Erbe – Ciencia de Mamíferos Marinos 2002 (Whale watching RIB with twin Yamaha 165 Hp outboards Erbe – Marine Mammal Science 2002)

Las siguientes especies fueron seleccionadas como representantes de las más comunes a lo largo de la línea costera del Pacífico de Baja California; para ellas, se llevó a cabo una evaluación de sus respuestas potenciales al sonido:

- Tortuga Verde (*Chelonia mydas*)
- Tortuga golfina (*Lepidochelys kempii*)
- Tortuga caguama (*Caretta caretta*)
- Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*)
- Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)

Para el estudio de sonido sólo fueron considerados sonidos sin pulso. Debido a que el nivel de la fuente del sonido de la draga, en todos los casos, está por debajo del nivel de daño potencial (>200dB re 1µPa) (véase Southall *et al.*, 2007 para mayor información). Sólo se consideraron los criterios de respuesta conductual como parte de la interpretación del impacto del sonido.

Sin embargo, no hubo suficiente información disponible sobre la respuesta conductual al sonido para algunas especies como las tortugas marinas. Recientes estudios científicos han determinado un rango de audición para las tortugas marinas (Martin *et al.*, 2012, Piniak *et al.*, 2012), pero éstos no incluyen las respuestas conductuales para las que una puntuación de severidad pueda ser determinada. Como tal, no fue posible producir mapas sonoros que mostraran una zona de influencia para las tortugas marinas.

No obstante, los escasos datos obtenidos de la literatura sugieren que las tortugas no se ven afectadas por el sonido aún estando cerca de las operaciones de dragado. En parte por esta razón, es una práctica común adaptar dispositivos de exclusión de tortugas al cabezal de dragado para minimizar la interferencia con las tortugas en el lecho marino (Ver capítulo VI). Las medidas de prevención y mitigación que se proponen implementar con el fin de no causar afectaciones a la comunicación de las tortugas marinas, debido a la contaminación acústica por las actividades de dragado, se describen en apartados anteriores.

Asimismo, se desarrollarán medidas de prevención, compensación y mitigación tales como el **Programa de Protección de la Fauna Marina y Monitoreo Acústico del Medio Marino**, en donde una de las principales precauciones será el uso de sonares específicos para este tipo de especies. De igual manera, se cuenta con el **Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa** (Ver Capítulo VI).

Efectos subletales sobre la población de tortuga amarilla

Los posibles impactos subletales originados por las operaciones de dragado y procesamiento de arenas fosfáticas estarán limitados a la exposición a las plumas de sedimento o al sonido bajo el agua. En el caso de la exposición a las plumas, las tortugas caguamas no experimentarán efectos psicológicos. Dado que las tortugas marinas son organismos que respiran aire, no habrá riesgo de lastimar u obstruir sus branquias. De igual modo, el plastrón, caparazón y dermis de las tortugas marinas son muy resistentes a la abrasión. Debido a que son nadadores muy móviles, cualquier respuesta negativa a las plumas sería sólo de corta duración y solo sería una repuesta de evasión. Las tortugas marinas son capaces de evitar las plumas, aunque en la mayoría de los casos simplemente ignoran la presencia de la pluma. En

teoría, se reducen sus habilidades para detectar a sus presas en la columna de agua debido a la turbidez, sin embargo, las escalas espaciales de tal efecto son extremadamente pocas.

Se ha demostrado que las tortugas caguama detectan sonidos en el rango de frecuencia producido por las dragas y otras embarcaciones en el mar incluyendo las embarcaciones de pesca. Un artículo científico reciente de las capacidades de escucha de las tortugas marinas por Popper et al. (2004) indica que las tortugas marinas, incluyendo las tortugas caguamas, tienen picos sensibles entre 100 y 400 Hz, los cuales se encuentran dentro del rango de frecuencia baja de los sonidos producidos por las dragas y embarcaciones en el mar. Popper et al. (2014) propusieron unas guías de exposición de sonido de las tortugas marinas, en las que se hizo la distinción entre la exposición a sonidos de pulso (por ejemplo: explosiones, hinca de pilotes) y sonidos continuos (por ejemplo: dragas, barcos). No hay datos suficientes sobre las respuestas de las tortugas marinas como para establecer criterios numéricos. Sin embargo, ellos concluyeron que los efectos estarán limitados a cambios de umbral temporales (reducciones temporales en las capacidades de escucha), enmascaramiento (señal elevada del nivel de detección de sonido) o respuestas de comportamiento. Los cambios de umbral temporales estarán asociados con las exposiciones en el campo cercano (<100 m). Es probable que el enmascaramiento ocurra a distancias más allá de 1,000 m y las respuestas de comportamiento (sobresalto, evasión) hasta 1,000 m. Se han observado con frecuencia a las tortugas marinas cerca de las dragas en operación en aguas pocas profundas, lo que sugiere que se habitúan fácilmente a sonidos continuos. No se ha demostrado que el sonido sea importante para la búsqueda de alimento y comunicación de las tortugas marinas. Dado que no habrá encuentros en aguas profundas costa fuera, las tortugas caguama podrán evitar fácilmente exposiciones problemáticas.

En conclusión, cualquier efecto subletal estará limitado a las respuestas del sonido bajo el agua. Las respuestas no tendrán consecuencias biológicas importantes para las pocas tortugas caguama que se acerquen a la embarcación de dragado o procesamiento en operación.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Considerando lo anterior, el impacto es negativo y la escala espacial del impacto se considera a nivel del SAR. La duración se considera de corto plazo; sin embargo, con la adecuada implantación de las medidas de mitigación, se espera que no se vean afectados los individuos de especies de tortugas marinas, con lo cual este impacto se mitiga.

Una vez todo lo anterior podemos concluir que, con excepción del posible impacto que pueda causar la draga de succión a las tortugas, otros impactos potenciales han quedado descartados, como la destrucción de su hábitat y la contaminación potencial de su medio.

Sin embargo y siendo conscientes que el daño a las tortugas proveniente de las dragas ha sido materia de estudio en los últimos 20 años, en el capítulo VI de la presente MIA relativa a las medidas de mitigación se proponen una serie de medidas que han sido implementadas con éxito de acuerdo a la experiencia y estudios de este tipo de impactos en USA y a la experiencia extensiva también en el ámbito mundial.

Impactos Ambientales

Alteración de la productividad primaria

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Ecosistemas	0.438
FACTOR	ETAPA
Productividad primaria	Operación

La productividad primaria es la base principal de las redes tróficas que se desarrollan en los ecosistemas acuáticos. En dichos ecosistemas, la biomasa del fitoplancton es una propiedad ecológica clave, ya que cuantifica al componente del ecosistema pelágico que es primordialmente responsable de la transformación del dióxido de carbono en carbono orgánico. Aquí se describe como producción primaria la tasa de conversión de carbono inorgánico a carbono orgánico por el fitoplancton durante el proceso fotosintético, mediante el cual, se sostiene no solamente el fitoplancton mismo, sino también los otros organismos

presentes en el ecosistema. En el caso del proyecto, este impacto se producirá principalmente por la creación de la pluma pasiva de dispersión la cual, a su vez, propiciará la presencia de sólidos en suspensión en la columna de agua, los cuales serán obstáculos en la penetración de la luz. La luz es un elemento esencial en el proceso fotosintético de reducción de carbono inorgánico a carbono orgánico, y de generación de oxígeno como subproducto.

En el siguiente diagrama, se visualizan los criterios que se tomarán en cuenta para determinar el nivel del impacto por el desarrollo del proyecto.

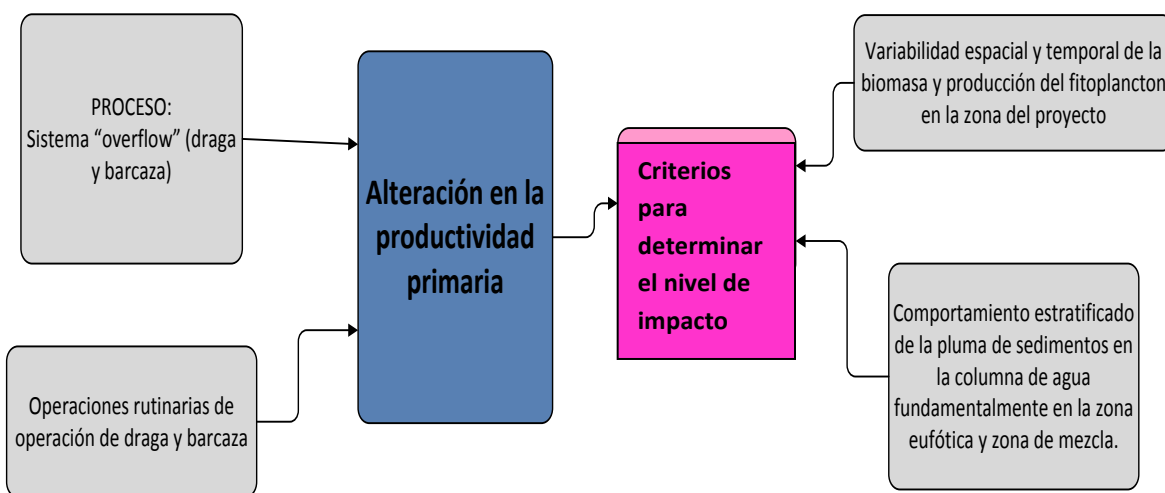


Figura V.319. Diagrama de análisis del impacto.

Por lo tanto, resulta esencial conocer la variabilidad espacial y temporal de la biomasa y la producción del fitoplancton de la cual se parte, para entender los procesos biogeoquímicos de los ecosistemas acuáticos en la zona del proyecto, y así poder evaluar los posibles cambios que pudieran generarse por la implantación del proyecto.

De acuerdo con la caracterización abiótica del capítulo IV en cuanto productividad primaria, basado en estudios del IMECOCAL, se ha determinado que en la zona del proyecto, el coeficiente de absorción de luz por el fitoplancton presenta una variación espacio temporal que está relacionada con cambios en la composición específica y estructural del tamaño de la comunidad, lo que a su vez se ha relacionado con procesos de surgencia y con la formación de meandros o remolinos de mesoescala. A su vez, las variaciones en la columna de agua son

dictadas por una combinación de procesos de foto aclimatación y/o cambios en la composición específica de la comunidad del fitoplancton, especialmente con su composición de pigmentos. En función de esto, la zona del proyecto presenta las condiciones con potencial de productividad primaria de febrero a junio con un pico en abril. Sin embargo, los valores más importantes se presentan cerca de las costas.

Aquí es importante considerar la estratificación de la columna de agua y su grado de afectación en función del modelo de dispersión, pues es importante identificar en qué nivel será afectada la capa en la zona eufótica, en la cual principalmente se lleva a cabo la penetración de la luz por la presencia de los sólidos en suspensión que generará el proyecto.

De acuerdo con el modelo de pluma de dispersión presentado en anexos, el “overflow” de la draga de succión en marcha genera una pluma que presenta una considerable capacidad de mezclarse en cotas medias de profundidad, hasta alcanzar una flotabilidad neutra. El nivel exacto varía ligeramente durante el período de carga debido a las variaciones en la densidad de la descarga del “overflow”. La mezcla es el resultado de la velocidad de la draga (alrededor de 1 m/s), junto con las pequeñas corrientes que se generan y el gradiente de densidad del agua marina en las capas superiores.

Adicional a la dinámica de la pluma que desciende hacia abajo, se genera una pequeña pluma sobre la superficie del fondo.

El “overflow” que se produce en la barcaza genera una pluma que también se mezcla durante su deposición pero, debido a la naturaleza estacionaria de este vertido, esta mezcla viaja más rápidamente hacia abajo que hacia la dirección de la corriente. Adicionalmente, se genera una pequeña pluma en superficie.

En este sentido, es importante comentar que tenemos buen pronóstico, pues se espera que aunque la capa eufótica sea afectada, pero no será afectada de manera importante, ya que se prevén concentraciones de 1 y 5 mg/l de sólidos suspendidos inmediatamente en la superficie cerca de la draga y de la barcaza, que rápidamente se dispersarán.

El hecho de que la pluma de dispersión desde el sistema “overflow” desde la draga y la barcaza ocurra principalmente por debajo de la zona eufótica, sugiere que la pluma de dispersión tendrá un efecto insignificante en la productividad primaria. En el impacto de turbidez que ya vimos con un máximo escenario de afectación de 15 días, y debido a que éstos

se estarán desplazando, tenemos que el impacto se reduce significativamente, por lo que se espera que el impacto hacia este componente no sea significativo. De cualquier manera, en el siguiente capítulo se plantea el **Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino** y el **Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino** (ver Capítulo VI), con lo cual se espera prevenir y mitigar este impacto.

De acuerdo con lo anterior, este impacto es negativo y la escala espacial del impacto será limitada a la zona de afectación por la pluma de dispersión; es decir, a nivel del área del proyecto, y también por considerarse la productividad primaria altamente interactiva con otros componentes del ecosistema. La duración se considera de corto plazo puesto que la afectación será puntual.

Impacto del dragado al fitoplacton

Una vez identificadas las especies fitoplanctónicas que presentan la capacidad potencial de formar proliferaciones de algas inocuas, nocivas o tóxicas registradas en el Golfo de Ulloa en Baja California Sur, cabe mencionar los posibles impactos que generará la adición de nutrientes a la columna de agua y que podrían modificar los patrones de sucesión estacional entre los diferentes grupos fitoplanctónicos.

Dentro del posible efecto generado por la adición de nutrientes en la columna de agua como resultado del proceso de dragado, Svensen *et al.* (2002) señalan, bajo condiciones experimentales, que uno o dos pulsos de nutrientes podrían generar una proliferación algal con intensidades semejantes a las proliferaciones cíclicas primaverales ocurridas en forma natural, de acuerdo con el análisis CCA realizado. Las especies registradas en este estudio presentaron afinidad con los nutrientes (principalmente amonio), por lo que su incremento desde los sedimentos podría estimular su potencial de formar FAN.

El enriquecimiento de nutrientes de manera global ha mostrado un impacto en las FAN de varios modos. El aporte de nutrientes puede soportar una alta biomasa de FAN, las alteraciones en las formas de los nutrientes puede llevar a un régimen nutricional que favorezca el desarrollo de FAN sobre otras especies de algas (Glibert y Burkholder, 2006). En los últimos 30 años en diferentes regiones se han registrado relaciones directas de la adición

de nutrientes y la abundancia de FAN; específicamente, en escalas cortas de tiempo (de 3 a 5 días) se ha evaluado y registrado la relación positiva entre el aporte de nutrientes y el desarrollo de proliferaciones de algas sumamente extensas en el Golfo de California (Beman *et al.*, 1999).

Debido a las características físico-químicas del área de estudio (estratificación permanente), aún y cuando el efecto del dragado incorpore nutrientes a la columna de agua, éstas se dispersan en un área pequeña (circundante a la obra) y se restablecen en un tiempo rápido. Experimentalmente, Falcao y Vale (1998) demostraron lo anterior, reportando que la concentración de amonio se restableció apenas 7 horas después del proceso de dragado sin cambios en la concentración de clorofila (evidencia de aumento del fitoplancton).

Además, Engelkes (1991) demuestra que la liberación de fosfatos es más baja en aguas con mayor salinidad (>30). Y bajo estas condiciones (como en el Golfo de Ulloa), Essink (1999) menciona que la liberación de nutrientes provee pocas posibilidades del aumento del fitoplancton, lo que disminuye la probabilidad de una proliferación de FAN.

Se sabe que la presencia de fosfatos en la columna de agua reduce la liberación de P desde los sedimentos en circunstancias excepcionales (Essink, 1999). En este estudio, no se reportaron fosfatos en la columna de agua, lo que sigue un mayor incremento hacia la columna de agua. Sin embargo, el sedimento *manipulado* por el dragado permite la penetración de oxígeno en las capas superficiales de éste, y cuando una capa superficial es oxidada, cantidades sustanciales de fosfato pueden ser retenidas en el sedimento a través de la adsorción de óxidos de hierro (Slomp, Malschaert y Van Raaphorst, 1998). Van Raaphorst *et al.* (1988) confirmaron este patrón general en su análisis de modelado que demuestra que la porción en las capas superficiales oxigenadas de sedimentos podría servir temporalmente como trampa de fosfato producido a través de la mineralización.

Lo anterior permite argumentar que el efecto de dragado incorporará nutrientes desde los sedimentos pero, debido a las condiciones físico-químicas del Golfo de Ulloa, se puede afirmar con rotundidad que éstos NO tendrán un efecto significativo en el crecimiento del fitoplancton y el desarrollo de FAN. Sin embargo, voluntariamente, durante la realización de la actividad de extracción se realizará el monitoreo continuo de las especies potencialmente nocivas y tóxicas, así como el establecimiento de planes de contingencia y medidas de mitigación en

caso de presentarse alguna eventualidad por dichas especies en circunstancias extremas. Este monitoreo se ha incluido como medida de mitigación en el proyecto.

Impacto del dragado al zooplacton

Dado el caso en el que el sedimento se incorporase a las capas superficiales de la columna de agua, el incremento de nutrientes desde los sedimentos podría estimular la producción primaria del fitoplancton, provocando un aumento en el pH del agua circundante (Liehr et al., 1994) y favoreciendo la precipitación y posterior eliminación de los iones metálicos (Lehmann et al., 1999) debido a la capacidad de amortiguación superior del agua marina. Por lo tanto, no se espera que el pH descienda drásticamente durante las actividades de dragado en el Golfo de Ulloa, debido a su característica euhalina (salinidad >30 UPS, Reynaga-Franco, 2009). Además, como los sedimentos volverán a depositarse en el fondo, al igual que la materia orgánica suspendida, los metales suspendidos tenderán a formar complejos con estos dos componentes (por adsorción) y comenzarán a depositarse nuevamente en los sedimentos, disminuyendo su concentración en el agua.

Por lo anterior, el impacto de la incorporación de metales a la columna de agua sería amortiguada por las características físico-químicas propias del área de estudio, principalmente salinidad y pH.

El efecto de dragado incorporará nutrientes desde los sedimentos pero, debido a las condiciones físico-químicas del Golfo de Ulloa, éstos NO tendrán un efecto significativo en el crecimiento del fitoplancton y el desarrollo de FAN. Sin embargo, lo más recomendable durante la realización de la actividad de extracción sería el monitoreo continuo de las especies potencialmente nocivas y tóxicas, así como el establecimiento de planes de contingencia y medidas de mitigación en caso de presentarse alguna eventualidad por dichas especies. Estas medidas se han incorporado en el proyecto en el catálogo de medidas de mitigación.

El aumento de la turbidez en la columna de agua debido a las operaciones de dragado NO tendrá ningún efecto significativo sobre la productividad del fitoplancton debido a la permanente estratificación de la columna de agua que se presenta en el Golfo de Ulloa. La producción de fitoplancton que depende directamente de penetración de la luz en la columna

de agua, está fuertemente obstaculizada por las altas concentraciones de SPM (material sólido suspendido) pero, al modificarse el protocolo de dragado en la zona de estudio, esto no tendrá un impacto significativo sobre la producción primaria y secundaria del ambiente.

Impactos a organismos microbianos

La conclusión a la que se ha llegado, es que el impacto de las actividades de dragado en los organismos microbianos en las áreas de dragado y las adyacentes es mínimo; teniendo en cuenta que los test de elutriador muestran que las arenas minerales fosfáticas han estado en contacto con el agua marina durante millones de años, por lo tanto han permanecido inertes; y además el hecho que las disoluciones dentro de la pluma de todo el sedimento en dispersión son muy grandes y por tanto no permiten una gran concentración de sedimentos.

Las bacterias marinas se multiplican por dos en unas pocas horas, lo que significa que incluso habiendo un impacto de la pequeña pluma de dispersión sobre las bacterias, su ratio de recolonización es muy alto. Si el Consejo Consultivo supone que en el caso hipotético de que cualquier impacto transitorio en los microbios marinos puede conllevar a un impacto en las funciones ecológicas del SAR en su conjunto, suposición que carece de fundamento científico, hay que ser conscientes del pequeño tamaño del volumen de la pluma si lo comparamos con el inmenso tamaño del SAR y la gran capacidad de regeneración microbiana de los organismos en el agua marina; es evidente que este impacto es insignificante.

Efectos en la penetración de luz

Es importante vincular de manera general las interacciones entre las comunidades de fitoplancton y zooplancton en el SAR, donde se presenta una elevada productividad como consecuencia de la entrada de nutrientes por procesos de surgencia, lo cual aunado a la dinámica de las corrientes, podría generar la exportación de partículas suspendidas a la columna de agua y áreas adyacentes sin permitir su acumulación en el sitio del dragado. Por lo que derivado de las actividades de dragado, la remoción de nutrientes en especial por el fósforo y el nitrógeno, atrapados en el sedimento afectaría directamente al fitoplancton logrando un crecimiento exponencial de la comunidad (procesos de eutrofización), lo que podría desencadenar alteraciones en la dinámica trófica del ecosistema, ya que el zooplancton

es el principal consumidor de fitoplancton y a su vez es el alimento principal de muchas otras especies de niveles tróficos superiores (incluidas ballenas), algunas de las cuales tienen importancia comercial, lo anterior a su vez puede encabezar la formación de una zona hipóxica en las capas profundas. La disponibilidad de luz es un factor importante que influye sobre el zooplancton, este grupo realiza movimientos verticales en la columna de agua. Dichos movimientos están influenciados por la alternancia de periodos de luz y oscuridad, lo que puede verse afectado por la suspensión de sedimentos, sin embargo la dinámica de sedimentación de los mismos puede atenuar el efecto de turbidez producido por el dragado, asimismo, la producción primaria no aumentaría significativamente (Armengol, 1998), impidiendo así la formación de zonas anóxicas.

Se desarrolló un modelo de pluma hidrodinámico detallado para estimular la dispersión y establecimiento de descarga a través de ductos largos y se compararon los resultados con los perfiles de dispersión y establecimiento de las mejores prácticas internacionales de descarga a través del casco inferior de las embarcaciones.

Impacto sobre la funcionalidad ecológica de la región

Diferentes presiones antrópicas como la contaminación, la degradación de hábitats, la eutrofización y más recientemente la pesca, se han acumulado sobre los ecosistemas marinos al menos durante los dos últimos siglos, generando cambios estructurales y funcionales que quizás no puedan ser reversibles. En especial, la creciente actividad pesquera durante los últimos 50 años y la continua degradación de hábitats, tienen un amplio rango de impactos sobre los ecosistemas a nivel mundial, los cuales se reflejan en cambios en la abundancia, distribución espacial, productividad y en la estructura de las comunidades explotadas. Dichos impactos sobre la estructura y las funciones de las comunidades han sido ampliamente documentados y cuantificados en numerosos ecosistemas marinos.

Las cadenas tróficas están conformadas por niveles tróficos, organizados en forma de pirámide trófica, donde fluye energía desde la base hacia la cima y que, a medida que se asciende en la misma se reduce la cantidad disponible en cada nivel trófico, debido a la baja eficiencia de las transformaciones biológicas de la energía en el nivel trófico inferior Lindeman (1942). Este autor, al igual que Odum (1953), realizó intentos para encontrar un método que permitiera racionalizar la complejidad natural de los sistemas y que hiciera susceptible su estructura a cualquier tipo de análisis, y adoptaron entonces la aproximación trofodinámica para el estudio de comunidades y ecosistemas. Así, las comunidades fueron definidas en términos de las relaciones tróficas entre las especies componentes, y los miembros de las comunidades fueron divididos en términos de su rol trófico. Bajo este enfoque, es posible entonces considerar las comunidades como sistemas que intercambian energía y materia orgánica entre diferentes niveles tróficos, los cuales han sido tradicionalmente divididos en productores, consumidores primarios, secundarios y terciarios.

Esta manera de clasificación de especies hace referencia a la función de las mismas y no a su categoría taxonómica en sí, pues una misma especie puede ocupar diferentes niveles tróficos a lo largo de su vida.

Por otro lado, es importante resaltar el efecto que ejercen los consumidores sobre los demás grupos, lo cual sugiere que la trama trófica está regulada en el cuerpo de agua de arriba hacia abajo y que los organismos de mayor tamaño como pueden ser las tortugas marinas, mamíferos marinos y elasmobranquios, están jugando un papel ecológico de la regulación de las presas, lo cual ha sido registrado en diferentes ecosistemas marinos (Estes et al., 1998; Worm & Myers, 2003; Bascompte et al., 2005). En este sentido, de acuerdo con las características del proyecto, se prevé que la afectación directa se dará sobre los niveles tróficos inferiores, los cuales son de rápida recuperación y colonización, una vez que cesen el proceso de dragado in situ, siendo que no se prevén afectaciones en los niveles tróficos superiores, toda vez que se contempla la protección y conservación de tortugas marinas, mamíferos marinos y elasmobranquios; lo cual se detalla a continuación.

Partiendo de que los impactos ambientales que se presentarán por el desarrollo del proyecto, en particular por la operación de la draga, así como los impactos ambientales derivados de la pluma de dispersión, repercutirán directamente sobre el fondo marino; el presente análisis parte de las afectaciones que se darán hacia el lecho marino, por lo que se analiza la consecuencia que éste sobre la funcionalidad ecológica de la región.

El área del suelo marino del área del proyecto se caracteriza por estar compuesta de arenas fangosas y limos muy finos, que se depositan sobre los depósitos de la arena negra fosfática. Los videos obtenidos con el ROV que se desplegó en la zona, durante las diferentes campañas de estudio de la zona, sugieren que la macro fauna presente en el suelo marino es relativamente escasa y dispersa comparada con aguas más profundas situadas al oeste y con el área costera situada más al este. Los depósitos que se pretenden dragar están caracterizados por especies que son capaces de migrar internamente sobre áreas previamente dragadas; por otra parte, especies como los pepinos marinos (Holotúridos) producen un gran cantidad de larvas que se incorporan a la circulación del plancton, permitiendo una rápida recolonización de las áreas donde el dragado ya ha finalizado.

Al respecto, derivado de lo reportado por la bibliografía y de los estudios sobre los procesos naturales y los estándares de recuperación al cesar las actividades de dragado con las dragas de succión en marcha, es importante concluir que los depósitos de los lechos marinos en las áreas que han sido dragadas son capaces de recuperarse rápidamente gracias a pequeños gusanos y crustáceos que caracterizan al área de proyecto. Los gusanos poliquetos, oligoquetos y nematodos que se producen en los depósitos se caracterizan por ciclos de vida cortos y rápidas tasas de recolonización, mientras que los pequeños crustáceos móviles migran activamente en áreas donde el dragado ha cesado. Puede haber mayor recuperación de biodiversidad en cuestión de semanas y meses después del cese de dragado (Kenny y Rees, 1994; Newell et al 1998; Foden et al, 2009).

Otros estudios sugieren que el aumento de la complejidad del hábitat puede resultar en una mejora de la biodiversidad de la fauna marina y las redes de alimentos asociados con las comunidades del lecho marino. La Figura muestra el incremento en la biomasa de las

comunidades del lecho marino que se asocia con los depósitos mixtos complejos de grava y arena lodosa, en comparación con los lodos y arenas más uniformes.

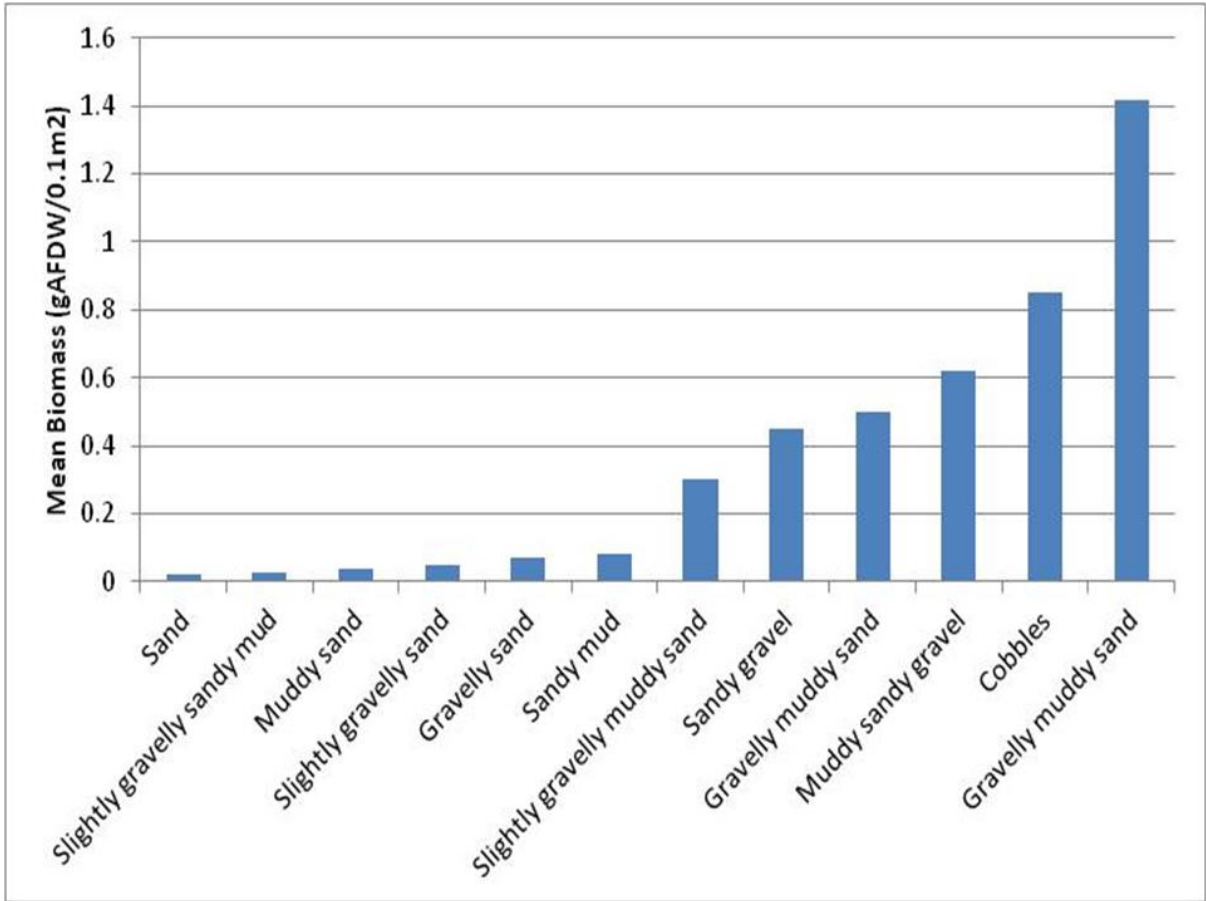


Figura V. 40. Diagrama que muestra el incremento en la biomasa de la fauna del lecho marino en los depósitos complejos del mar del norte sureño (en la derecha del diagrama) comparado con los depósitos más uniformes de lodo y arena (en la izquierda del diagrama). (After Emu Ltd, 2009; de Newell y Woodcock, 2013).

Tabla V. 24. Traducción inglés –españoles de la Figura V.39

Mean biomass (gAFDW/0.1m2)	Biomasa media (gAFDW/0.1m2)
Sand	Arena
Slightly gravelly Sandy mud	Lodo arenoso ligeramente áspero
Muddy sand	Arena lodosa
Slightly gravelly sand	Arena ligeramente áspera
Gravelly sand	Arena de grava
Sandy mud	Lodo arenoso

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Slightly gravelly muddy sand	Arena lodosa ligeramente áspera
Sandy gravel	Grava arenosa
Gravelly muddy sand	Arena lodosa áspera
Cobbles	Guijarro
Gravelly muddy sand	Arena lodosa áspera

La comunidad del lecho marino en el área de proyecto cuenta actualmente con una composición de especies similar a la de los depósitos en gran parte del Golfo de Ulloa, pero sólo es compatible con la mitad de la densidad de población (número de individuos) que de los depósitos de los alrededores. La provisión de un hábitat más complejo, creemos, mejorará la densidad de población de invertebrados residentes y permitirá la recolonización sustancial por una biodiversidad similar a la de los depósitos alrededor después de pocos meses de cese de dragado.

Derivado de lo anterior, se prevé que la afectación sobre el lecho marino, incluyendo los organismos bentónicos que en él habitan, repercutirán en la disminución del alimento que puedan requerir los consumidores de mayor tamaño, como pueden ser la ictiofauna, tortugas marinas, mamíferos marinos y elasmobranchios; sin embargo, debido a la alta movilidad que éstos organismos tienen, les permitirá desplazarse hacia sitios que cuenten con las necesidades que requieren de alimento, por lo que aunado a las medidas de protección y conservaciones establecidas en la presente MIA-R para cada uno de los grupos de fauna anteriormente referidos, se prevé que no se tendrá una afectación directa sobre los consumidores de mayor tamaño. Cabe recordar que la afectación será temporal; es decir, durante el tiempo que duren las actividades de dragado, ya que al cese de las mismas se iniciara el proceso de recuperación y a corto y mediano plazo serán restablecidos los sitios de alimentación. Por lo que, el impacto ambiental a la funcionalidad ecológica será temporal, en una pequeña proporción del SAR (tal y como se indica para el caso de la afectación a la fauna bentónica que será menor al 1% del SAR) y podrá ser restablecido al corto y mediano plazo.

Impacto sobre la trama trófica

Debido a la afectación del lecho marino por las actividades de dragado, en particular sobre la fauna bentónica, se tiene que habrá como consecuencia alteraciones sobre las redes tróficas, por lo que considerando la columna de agua, se tiene que la afectación se dará de abajo hacia arriba, repercutiendo en una afectación sobre los consumidores; sin embargo, dado que los consumidores en su mayoría tienen gran movilidad a diferencia de la fauna bentónica (la que será afectada de manera directa por las actividades de dragado del proyecto), dichos consumidores podrán migrar hacia sitios que presentan las condiciones adecuadas de alimento, con excepción del zooplancton, debido a que su movilidad es sobre la columna de agua y no se desplaza a grandes distancias.

Al respecto, es importante mencionar que el dragado se limitará al Área de Dragado Activa (ADA) de 3.5 kilómetros de longitud y 0.3 km de ancho, y considerando que la superficie total del SAR como se ha definido correspondiente a 17,737.48 km²; se tiene como resultado que la superficie de dragado, equivale solamente al 0.0039% de la superficie total de la SAR. Es decir, dado que el porcentaje de afectación será mucho menor al 1% de la totalidad del SAR, aún y cuando tendrá consecuencias sobre las cadenas tróficas en esa superficie, dicha afectación no tendrá un efecto importante, ni relevante, sobre la función de los ecosistemas existentes en el mismo, toda vez que como se comentó los consumidores en su mayoría, cómo es el caso de la ictiofauna, y fauna de mayor tamaño, podrán migrar hacia sitios que presentan las condiciones adecuadas de alimento. Aunado a lo anterior, se contempla la recuperación a corto plazo de la fauna bentónica, una vez que cesen las actividades de dragado, por la repoblación, lo que permitirá que a corto y mediano plazo, posterior al cese de las actividades de dragado, se restablezcan las condiciones iniciales en las cadenas tróficas existentes en las zonas de afectación.

Por otro lado, durante las actividades de dragado, se produce una pluma de dispersión de sedimentos, la cual, tal y como se ha venido indicando, tendrá afectaciones a la zona inmediata de la draga y la barcaza de proceso, adicional a la dinámica de la pluma que desciende hacia abajo, se genera una pequeña pluma sobre la superficie del fondo sobre la zona eufótica.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Al respecto, es importante resaltar que tenemos buen pronóstico, pues se espera que aunque la capa eufótica sea afectada, dicha afectación no se dará de manera importante, ya que se prevén concentraciones de 1 y 5 mg/l de sólidos suspendidos inmediatamente en la superficie cerca de la draga y de la barcaza, que rápidamente se dispersarán. El hecho de que la pluma de dispersión desde el sistema “overflow” desde la draga y la barcaza ocurra principalmente por debajo de la zona eufótica, sugiere que la pluma de dispersión tendrá un efecto insignificante en la productividad primaria. Lo anterior, confirma que las afectaciones en la columna de agua, se darán de abajo hacia arriba; es decir, serán afectada la fauna bentónica de manera inicial, repercutiendo en afectaciones posteriores hacia los consumidores de las cadenas tróficas existentes; sin embargo, es importante resaltar que la afectación total será mucho menor al 1% de la totalidad del SAR, toda vez que las actividades de dragado tendrán una afectación sobre el 0.0039% de la superficie total de la SAR, tal y como se refirió en el párrafo anterior.

Impactos Ambientales

Cambios en la topografía del fondo marino

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Ecosistemas	0.5
FACTOR	ETAPA
Hábitat de ecosistemas acuáticos	Operación

El cambio en la topografía del fondo marino es uno de los impactos directos más evidentes que se producirán por el desarrollo del proyecto. La operación de la draga intervendrá directamente con este componente, debido a la remoción de las arenas fosfáticas.

Como se ha venido diciendo, la capa superficial del fondo marino que comprende los 6 m de profundidad será principalmente afectada, la cual a su vez comprimirá y fragmentará la capa

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

más dura subyacente produciendo cambios en la topografía del fondo marino. A su vez, se provocará la variación de la morfología del fondo marino por la redepositación de sedimentos.

En el caso particular del proyecto, son dos actividades principalmente las que causarán este impacto: la operación de la draga y el funcionamiento de la barcaza. La operación de la draga extraerá directamente las arenas fosfáticas y con esto, se producirá la consiguiente pérdida de sustrato.

Las cicatrices sobre el sustrato marino producidas por el dragado de succión en marcha se pueden apreciar fácilmente en la siguiente imagen de sonar de barrido lateral; son marcas realizadas por dragas que dragan libremente en un área asignada. Por nuestra parte, hemos diseñado un sistema de reconstrucción de fondos “building with nature”, que ya ha sido ensayado en proyectos de dragado anteriores, evaluando la superficie afectada y su temporalidad.

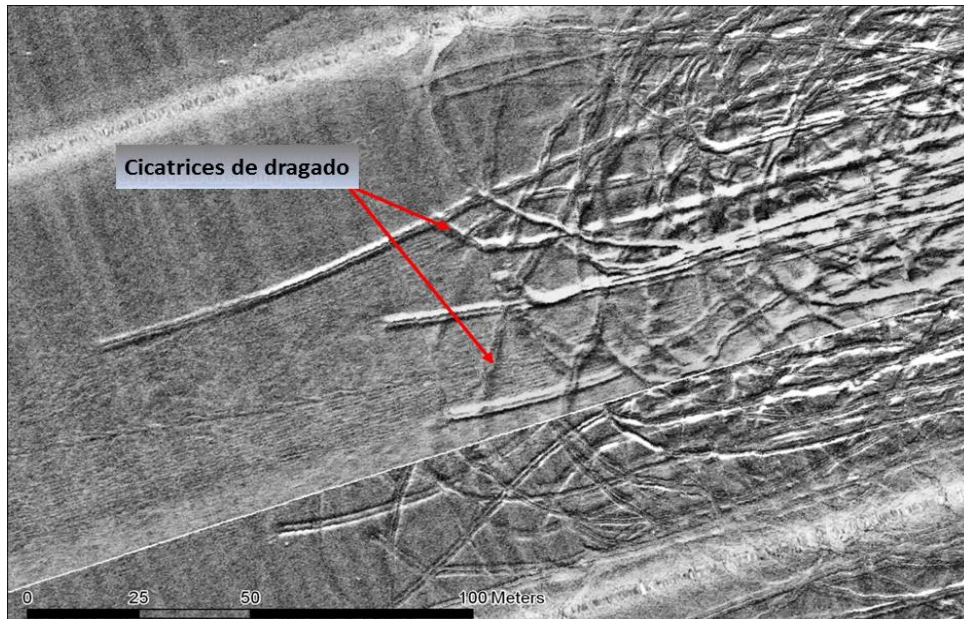


Figura V.321. Sonar de barrido lateral de las trayectorias de dragado en el lecho marino en el sitio de dragado de agregados en aguas de Gran Bretaña. De Newell & Woodcock (2013).

Tal y como se describe en el programa de extracción conforme al depósito de minerales, se estima que la potencia del estrato del depósito de arenas fosfáticas es de entre 4 y 7 metros. En principio, se han diseñado los transectos de dragado con una navegación este-oeste,

manteniendo el rumbo en función de la corriente predominante, y con un trazado lineal de 4 Km, dependiendo de la localización y potencia del depósito. Cada una de las áreas de dragado se dragará en surcos de anchura, que se elaborarán de la manera más regular posible, en función del depósito. Esto tendrá como resultado el descenso de cota de la zona de trabajo, entre los surcos que se irán creando. Sabiendo que la zona de trabajo oscila entre los 50-90 metros, no se prevé que el impacto en la batimetría sea capaz de cambiar la altura de la ola en la zona de trabajo.

Los datos recogidos de los estudios posteriores al dragado en Holanda y en el Reino Unido, sugieren que una variedad de invertebrados marinos que se asocian con hábitats más complejos y con mayor diversidad de peces, se desarrollan mucho más en las zonas en las que se dejan surcos entre las áreas dragadas, si las comparamos con aquellas zonas que después del dragado se quedan planas.

El dragado que se plantea en esta MIA-R, es un dragado que se desarrolla en un área pequeña y bien definida; además, se plantea bajo etapas que son monitoreadas, lo que facilita la recuperación del fondo marino y las comunidades biológicas que se le asocian.

Recuperación de los recursos del fondo marino

La veloz recuperación natural de los recursos biológicos en el suelo marino, depende parcialmente de que la composición física de los sedimentos sea la misma o similar a aquella que estaba presente previamente al dragado. Los estudios realizados sobre diferentes tipos de dragado por todo el mundo han mostrado que las comunidades biológicas que se caracterizan por habitar en zonas arenosas, poseen una gran capacidad de recolonización y crecimiento en sus comunidades.

Esto es porque las especies que los habitan son predominantemente pequeños animales activos que pueden migrar hacia los depósitos dragados, colonizándolos también desde su deposición larvaria gracias a la circulación del plancton. Comúnmente, la completa recuperación en arenas móviles se produce en un período aproximado de nueve meses (Newell *et al.*, 1998; Foden *et al* 2009); sin embargo, se ha observado que se precisa de un período de entre 2-3 años en suelos de mayor estabilidad y en fangos para obtener una recuperación completa. En contraste, substratos rocosos mucho más estables y sólidos, donde

se dan cita comunidades mucho más complejas y de crecimiento más lento, pueden tomar varios años para llegar a tener un buen ritmo de crecimiento y llegar a su recuperación completa.

El área del suelo marino del área del proyecto, se caracteriza por estar compuesta de arenas fangosas y limos muy finos, que se depositan sobre los depósitos de la arena negra fosfática. Los videos obtenidos con el ROV que se desplegó en la zona, durante las diferentes campañas de estudio de la zona, sugieren que la macro fauna presente en el suelo marino es relativamente escasa y dispersa comparada con aguas más profundas situadas al oeste y con el área costera situada más al este. Los depósitos que se pretenden dragar están caracterizados por especies que son capaces de migrar internamente sobre áreas previamente dragadas; por otra parte, especies como los pepinos marinos (*Holotúridos*) producen un gran cantidad de larvas que se incorporan a la circulación del plancton, permitiendo una rápida recolonización de las áreas donde el dragado ya ha finalizado.

Es importante considerar que se han desarrollado numerosos estudios sobre los procesos naturales y los estándares de recuperación al cesar las actividades de dragado con las dragas de succión en marcha. La mayor parte de ellos son estudios que se desarrollan entre los 30-50 metros. Este tipo de estudios demuestran que, la recuperación de los hábitats se produce en los meses inmediatamente posteriores al cese del dragado y a la colonización que se produce por los invertebrados móviles. Las comunidades mas complejas que caracterizan los fondos mixtos y compactos que combinan gravas y arenas, generalmente alcanzan sus niveles anteriores al dragado en un periodo no superior a los dos o tres años. Este tipo de evolución y patrón de recuperación se ha resumido recientemente por Newell & Woodstock (2013). Los estudios demuestran que la recolonización de los limos del área de proyecto sería un proceso rápido, teniendo en cuenta la diversidad de las especies descritas que reflejan la variedad de hábitats disponibles para la recolonización.

El resultado de los estudios realizados expuestos en el capítulo IV, muestran que los depósitos mixtos de arena y grava, o limo y grava por ejemplo, poseen una más amplia variedad de invertebrados que los substratos planos y compuestos por arenas fangosas. Bajo esta premisa, se propone dejar unas suaves ondulaciones en el lecho marino al cesar el dragado, lo que permite el refugio, alimentación y desarrollo de los invertebrados ya de por sí residentes en la zona. Queremos destacar que este proceso no va a favorecer la introducción de especies exógenas o comunidades distintas a las existentes y no traerá consigo el desarrollo de un

biotopo diferente al que existe actualmente. Lo que si se puede afirmar, conforme a los estudios señalados, es que las ondulaciones del terreno favorecen la recolonización de los organismos y las comunidades preexistentes, creando un entorno mas protector. La propia dinámica marina, las corrientes y la sedimentación natural, devolverán el entorno a su geografía natural paulatinamente. El objeto de estas ondulaciones no es cambiar el biotopo, es ofrecer un punto de partida ventajoso para la recolonización de las especies locales y los hábitats originales. Por lo tanto, no se creará un nuevo hábitat en ningún caso.

Queremos destacar que en la zona se produce una importante mezcla de aguas profundas y especies de aguas más someras; este patrón ayuda de manera determinante a la recolonización de los depósitos que han sido dragados.

Un aspecto muy importante para la gestión del área de extracción del proyecto será el patrón de trabajo, el cual admite trabajar en una zona y trasladarse a otro de los sectores, permitiendo así, la recuperación de la zona que ha sido dragada previamente. El rango y porcentaje de recuperación de la fauna bentónica es un proceso que será monitoreado empleando la misma metodología que ha sido desarrollada por la UK Marine Management Organization, y que es aprobada por el Consejo Internacional de la Exploración Marina (ICES).

Los impactos del procesamiento de las arenas a bordo, incluyen los efectos de la deposición y el subsecuente transporte marino por la propia dinámica de fondo marino.

En el caso de las dragas de succión en marcha, una vez que la bodega está llena de agua de mar y de material de sobre-tamaño, se produce un vertido de agua de mar y de sedimentos muy finos diluidos. En este caso, la draga viene provista de una “válvula verde” que impide que el aire se mezcle con el agua de mar en el sedimento, haciendo la pluma de sedimento mucho menos enérgica. El agua se vierte de nuevo al mar a través de un tubo y de una “válvula verde”, permitiendo concentrar las arenas fosfáticas en la cántara.

Además, con la creación de la pluma de dispersión que ocurrirá mientras opere la draga, habrá dos fenómenos que se presentarán simultáneamente; por un lado, los sedimentos más finos quedarán en suspensión, y lo más grandes sedimentarán. Los sólidos que queden en suspensión aumentarán la turbidez en la columna de agua, mientras que los sólidos sedimentables enterrarán la biomasa. El área de dragado preliminar se ha estimado y sujetado a revisión por la variación en los parámetros geológicos mineros; por lo tanto, la draga extraerá material en una franja con una longitud aproximada de 3.5 km y un ancho

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

aproximado de 200 metros y considerando que el área total es de 912,7 km², el área de afectación anual sería de menos del 1% del área total del proyecto. El proyecto está subdividido en cinco etapas de trabajo (una por cada zona de trabajo), que serán desarrolladas en períodos aproximados de 10 años cada una, para un período total de 50 años (Ver siguiente figura).

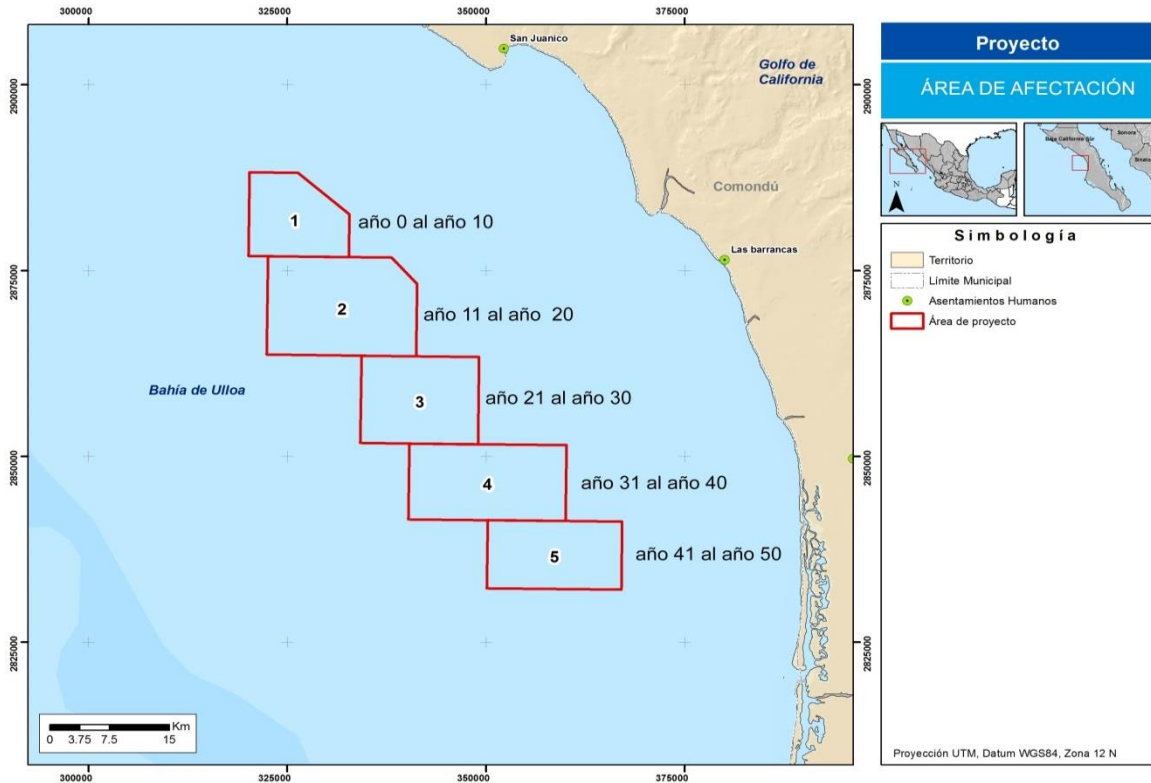


Figura V.332. Desarrollo del proyecto en sus cinco etapas.

Para tener una idea más clara de cómo se desarrollará el proyecto, en la siguiente imagen se esquematiza, a modo de ejemplo, cómo se llevará a cabo el proceso de extracción del material dragado en una primera etapa de acuerdo a los datos anteriormente señalados, así como su área de afectación y el proceso de recuperación esperado.

La experiencia en los sitios de dragado en otros países (Países Bajos), sugiere que la diversidad y las capturas de peces se han mejorado en los lugares donde el fondo marino se ha dejado con crestas y surcos ondulantes en comparación con aquellos en los que el lecho

marino se aplanará tras el cese del dragado. Por ello, la propuesta de emplazamiento del proyecto en la zona de dragado es dejar un fondo marino ondulado, lo cual permitirá recuperar la biota del lugar (ver medidas propuestas en el **Programa de Restauración del Fondo Marino**).

Por otro lado, teniendo en cuenta que la profundidad del agua en el área del proyecto es de aproximadamente 80 m, no habrá impacto por los cambios en la batimetría respecto a la altura de ola.

En el siguiente diagrama, se visualizan esquemáticamente los criterios clave y/o factores a analizar para determinar el nivel de este impacto por el desarrollo del proyecto.

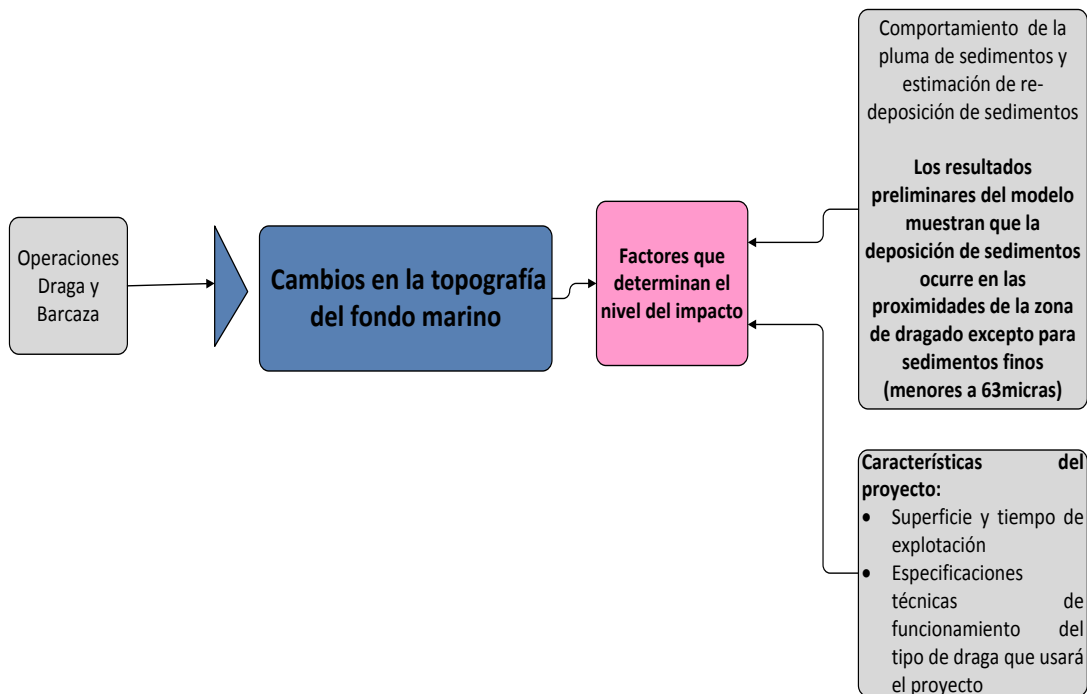


Figura V.343. Diagrama de análisis del impacto.

En la siguiente figura, se aprecia la modelación de pluma de dispersión que causará este impacto. Cabe resaltar que se han elegido dos diferentes zonas de trabajo para el modelo (la zona 1 y la zona 4), ya que, como bien se ha descrito en el capítulo II, el proyecto se hará durante 5 etapas correspondiente a 5 zonas (zona por etapa) durante un período aproximado de 50 años. En dicha figura, podemos ver la predicción de sedimentación de los finos menor a

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

63 μm de 1 cm/año, sobre la base de que el dragado se limita a un área en particular durante todo el año.

Las estimaciones para la zona 4 son 5 km al noroeste de las operaciones de la draga y barcaza, 8.5 kilómetros al sur/sureste de la draga, y 4 km al sur/sureste de las operaciones de la barcaza; la deposición de 5cm/año se estima hasta 2 km del lugar de la operación.

Las estimaciones para la zona 1 son 7.5 km de la operación de la draga y barcaza, y 5 cm/año a 4 km del lugar de la operación.

Por consiguiente, el modelado indica que la deposición predicha derivada del dragado fuera del área de aplicación será del mismo orden pero, además, debemos considerar que la tasa natural estimada de sedimentación es de 10-20 $\text{kg}/\text{m}^2/\text{año}$ (equivalente a 0.02 -0.04 m / año de depósito de sedimentos finos).

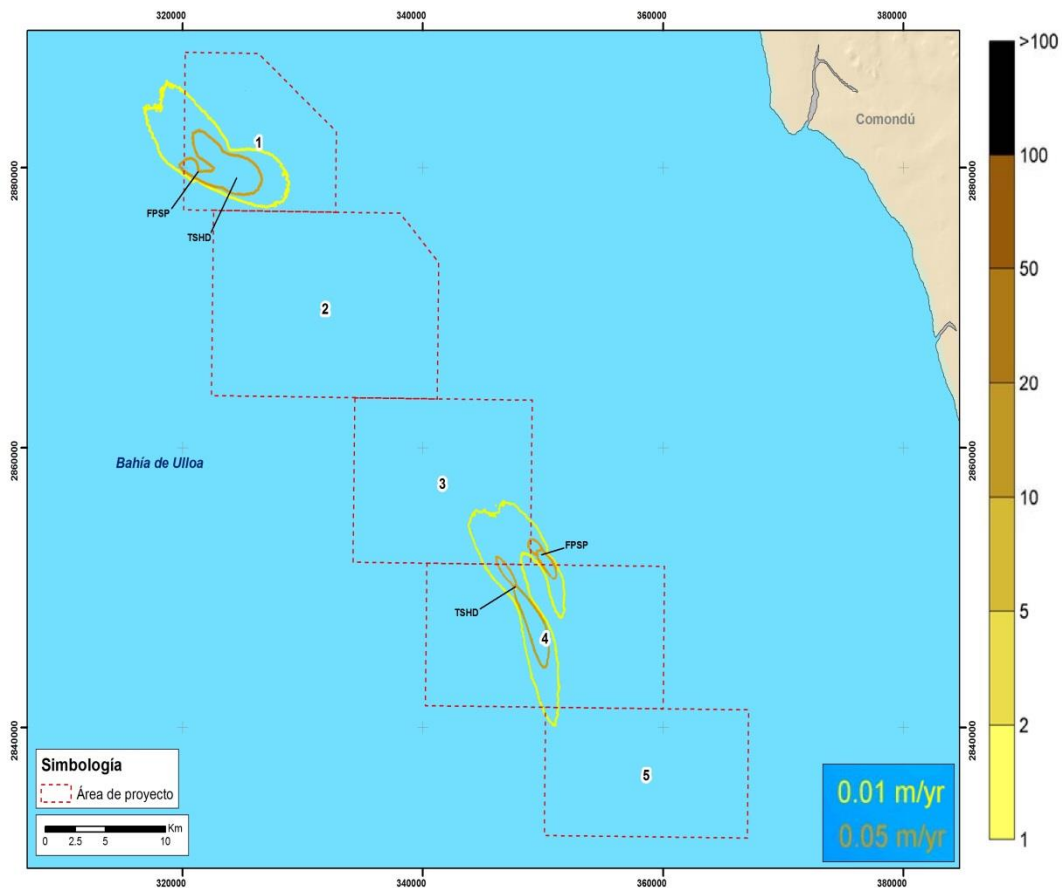


Figura V.354. Estimación anual de deposición de sedimentos finos menores a 63 μm .

Por lo anterior, el impacto es negativo, y la escala espacial del impacto estará confinada a los límites del área del proyecto. La duración se considera de corto plazo, puesto que la afectación será por un tiempo limitado y una vez explotado el sitio, no se volverá a tocar.

En el mismo sentido, se considera un impacto acumulativo al interior del proyecto por la suma puntual de todos los puntos explotados y además, será un impacto residual. Sin embargo, se espera que la fauna marina asociada se adapte al cambio del medio ambiente local, por lo que eludirán la zona del proyecto. Además se tiene contemplada una restauración *in situ* como medida de compensación, con base en el **Programa de Restauración de Fondo Marino posterior al dragado**.

Impacto Ambiental

Contaminación submarina por ruido

COMPONENTE		INDICE DE INCIDENCIA
Aire		0.438
FACTOR	ETAPA	
Nivel de ruido	Operación	

Las siguientes actividades u obras probablemente se traducirán en un aumento en los niveles de ruido ambiental, tanto en el área del proyecto como al interior de la columna de agua y en sus alrededores:

- Operación de la draga
- Operación de la barcaza

En términos generales, se considera que la escala del impacto irá más allá del área del proyecto; es decir, hacia la zona alrededor del sitio del proyecto.

Básicamente las emisiones de ruido por la operación del proyecto dependerán de los siguientes factores:

- Intensidad;
- Distribución de frecuencias;
- Distancia entre el emisor y el receptor;
- Naturaleza del receptor;
- Perturbación del hábitat.

El análisis de este impacto se representa por el siguiente diagrama:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

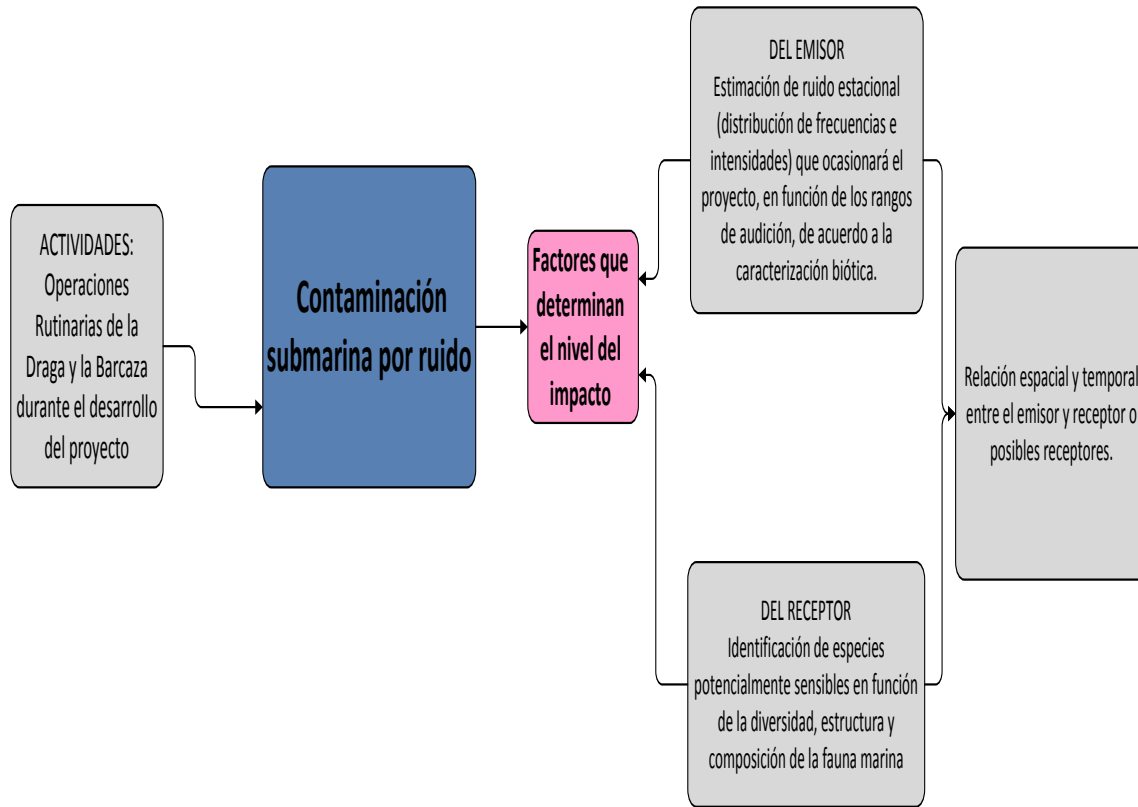


Figura V.365. Diagrama de análisis del impacto.

La contaminación acústica generada por las actividades de dragado generalmente es constante, no intermitente y de baja frecuencia. Las frecuencias de sonido emitidas por diferentes barcos dragadores varían entre 160-180 dB $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2$.

La propagación del sonido bajo el agua se ve afectada por múltiples factores oceanográficos. Los cambios en los perfiles verticales de temperatura y salinidad a través de la columna de agua, afectarán a la velocidad del sonido y al grado en que el sonido se refracta verticalmente. El tipo de lecho marino alterará la tasa de pérdida de transmisión del sonido propagado con sedimentos fangosos más suaves que tienden a absorber el sonido, mientras que las superficies rocosas duras causarán la reflexión y por tanto, una menor absorción. La profundidad del agua es también un factor clave para la alteración de la propagación del sonido bajo el agua. En aguas poco profundas (<200m), el sonido se disipa más rápidamente que en aguas más profundas, debido a numerosas interacciones con la superficie y el fondo

marino. Asimismo, es importante entender cómo varía la distancia de propagación para diferentes frecuencias.

La frecuencia del sonido está relacionada con la longitud de onda de la onda de sonido; las frecuencias más bajas tienen longitudes de onda más largas, y viceversa. En aguas profundas (más de varios cientos de metros), es usual suponer que las frecuencias más bajas tienden a viajar más lejos que las frecuencias más altas, ya que se absorben menos por el agua. En las profundidades de aguas poco profundas (menos de unos pocos cientos de metros) como en la ubicación de dragado propuesta, se produce lo contrario debido a la tendencia de bajas frecuencias (especialmente menos de unos pocos cientos de hertzios), para ser absorbido más por los sedimentos del lecho.

Una evaluación detallada de los impactos potenciales del sonido producido por el dragado hacia la fauna marina de importancia para la conservación, ha mostrado que los niveles de sonido son, en todos los casos, muy por debajo de los niveles documentados que podrían causar cualquier tipo de daño a la vida marina. Asimismo, se sugiere que puede haber respuestas de comportamiento al sonido de especies de fauna marina, principalmente de mamíferos marinos, pero que se limitan sólo a las áreas inmediatas a la zona de la draga y de la barcaza.

En resumen, se espera que el ruido emitido por el proyecto pueda variar en los diferentes estratos de la columna de agua y que, además, debido a que éstos variarán en función de la estacionalidad (si es invierno o verano, etc.) como consecuencia de los cambios hidrodinámicos estacionales, el sonido emitido disminuirá a medida que la distancia desde su fuente aumente. Por consiguiente, la escala espacial del impacto se extenderá más allá del límite del área del proyecto, es decir nivel del SAR. Este impacto es negativo; sin embargo, será de corto plazo debido a que las especies que estén en el entorno inmediato de la barcaza y la draga eludirán las mismas y por tanto, se espera que no se vean afectadas significativamente, tal y como se demuestra en el completo estudio realizado par tal fin presente en el Anexo 10, donde se contemplan especies, frecuencias y rangos, así como un modelo matemático que lo explica.

Modelo de sonido

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Este trabajo ha consistido la elaboración de un modelo de propagación del sonido utilizando terminos fuente de sonido medidos de las dragas de succión con tolva de salida (TSHD) combinado con una amplia gama de datos físicos locales, incluyendo la profundidad del agua, el tipo de sustrato y datos oceanográficos de la calidad de agua obtenidos en los sondeos en el área de proyecto. Se investigó el sonido bajo el agua producido por las embarcaciones durante varias décadas y se ha demostrado que la gran mayoría de las emisiones sonoras más altas de los buques son frecuencias bajas, es decir, por debajo de 2 kHz. La frecuencia de sonido más alta se asocia a menudo con pequeñas embarcaciones, embarcaciones rápidas tales como barcos de alta velocidad debido a una combinación del tipo de motor utilizado y la cavitación de la hélice (creación de burbujas que luego estallan).

Los “contornos de sonido” muestran que en todos los casos los niveles de sonido de una TSHD del tipo que se utilizará en el área de proyecto están a menos de 140 dB re 1µPa; un valor que es similar a las de las embarcaciones de tamaño comparable en tránsito por el área y muy por debajo de los que los que plantean los posibles daños a la vida marina.

En la Tabla siguiente se resumen los niveles de frecuencia y sonido generados por varios tipos de embarcaciones.

Tabla V. 185. Tabla que muestra el rango de frecuencias y decibels de sonido generados por una variedad de embarcaciones

Barco	Frecuencia en Hz	Rango de dB a 1m
Embarcaciones de carga	2Hz -10kHz	188dB
Tanques de petróleo	20Hz -10kHz	186dB
Barcos de pesca	100Hz - 4kHz	170dB
Para avistamiento de ballenas	20Hz to 20.3kHz	145 to 169dB
Draga	250Hz - 4kHz	175dB

Modelo de sonido submarino

El modelo de sonido bajo el agua para el proyecto, se llevó a cabo como parte del proceso de elaboración de la presete MIA-R. Se modeló la propagación del sonido de una embarcación de dragado similar a la que se utilizará en el área de proyecto en una ubicación en la esquina noroeste de la concesión minera (ver HR Wallingford, 2014A, 2014b para más información). No se conocía la embarcación de dragado que se utilizará para las actividades mineras en el momento que se realizó el modelo de sonido, por ende tampoco se conocía los niveles de la fuente de sonido que se utilizarán para el estudio del modelo. Por lo tanto, se utilizaron las emisiones sonoras de una embarcación proxy, el *Sand Falcon*, que había sido monitoreada durante la actividad de dragado en el Reino Unido para proporcionar niveles de la fuente para el estudio del modelo para el proyecto.

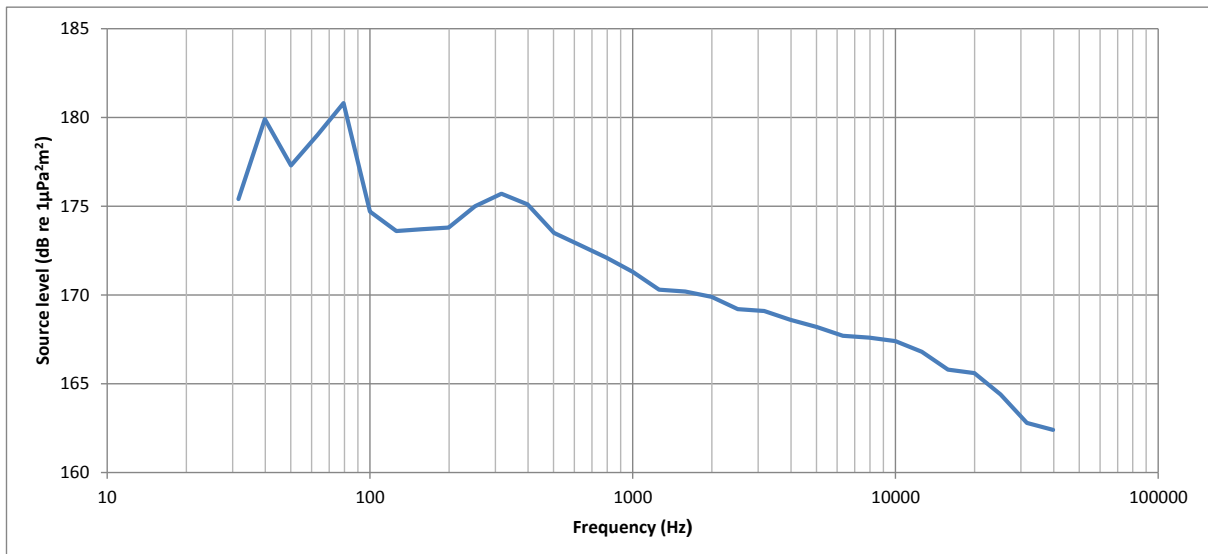


Figura V. 376. Nivel de la fuente de banda tres octavos en comparación con la frecuencia de la draga Sand Falcon

Fuente: Marine Aggregate Levy Sustainability Fund (Robinson et al., 2011)

Como también habrá una bomba en el fondo marino para ayudar a la recuperación del mineral durante el dragado, se requiere también un nivel de sonido que represente esta fuente de sonido. Como el tipo y tamaño de la bomba que se va a utilizar no había sido determinada en el momento del estudio, se utilizó un proxy para el nivel de sonido en el

modelo. Esto fue lo mismo para las emisiones sonoras de la embarcación de dragado en la superficie del mar por ejemplo, los datos de sonido del Sand Falcon.

El modelo de sonido bajo el agua se llevó a cabo con una fuente de sonido en la superficie del mar que representa a la embarcación de dragado y una fuente justo por encima del lecho marino que representa la bomba. Los resultados del modelo se presentaron como "zonas de influencia" con base en los datos de respuesta de comportamiento y umbrales de sonido descritos por Southall *et al.* (2007) para cada uno de los receptores sensibles para los cuales no había información; como es el caso de la ballena gris, ballena jorobada, elefante marino del norte y foca. Dentro de las zonas de influencia se esperaba que podría haber una respuesta de comportamiento de los receptores con base en la puntuación de gravedad descritas en Southall *et al.* (2007).

Efectos potenciales en las especies marinas

Los resultados del modelo de sonido fueron mapeados para mostrar la zona de influencia dentro de la cual, se puede anticipar una respuesta de comportamiento al sonido. Se produjeron los mapas que se muestran en el Anexo 10 de la presente MIA-R en tres profundidades de agua (cerca de la superficie, a media y cerca del lecho) y una zona de influencia presentada que se basó en los resultados del modelo y los criterios de Southall *et al.* (2007).

La interpretación de los resultados del modelo de sonido se puede resumir de la siguiente forma:

Es poco probable que los niveles de sonido predichos causen algún daño temporal o permanente para las especies consideradas.

Cualquier respuesta de las focas estará limitada a las cercanías inmediatas a la draga.

Es poco probable que se afecte a los leones marinos de California por el sonido de la draga.

Los elefantes marinos de norte pueden mostrar una respuesta al sonido del dragado pero sólo en el área de aplicación del permiso.

Es poco probable que las ballenas azules muestren respuesta a los sonidos emitidos por la draga.

En todos los casos, se espera que las respuestas de comportamiento descritas dentro de las áreas incluyan reacciones relativamente menores, como por ejemplo que las especies se alejen de la zona afectada o que no muestren respuesta de comportamiento.

El sonido que se propaga a partir de las actividades de dragado en el área de proyecto no llega a las lagunas costeras utilizadas para que las ballenas grises tengan a sus crías y está por lo menos 30 km al oeste de las rutas migratorias costeras utilizadas por esta especie de ballena.

Con respecto al sonido emitido durante la extracción de la arena fosfática producido por el motor de la embarcación y la bomba de cabezal de arrastre en el fondo marino dependerá de diversos factores, sin embargo, dado que la actividad no utilizará explosivos, ni sonares, ni alguna otra fuente de sonido intenso, se estima que en general el ruido generado será menor a 140 dB re 1 μ Pa. De acuerdo con Southall et al., 2007, para que haya un nivel de daño potencial por ruido debe ser mayor a 200 dB re 1 μ (Anexo 6).

Con respecto a la pluma de dispersión de sedimentos este impacto puede afectar de manera más significativa a los organismos bentónicos. Se realizaron modelaciones de la pluma de dispersión para dos diferentes áreas de trabajo, representando periodos quincenales de dragado.

Se incluye una tabla con la predicción de velocidades y distribución del tamaño de las partículas por la liberación de sedimentos durante el proyecto. Tanto el área de trabajo como los límites más extremos de la pluma, justo cuando las partículas alcanzan el valor de disolución de 1mg/l que es el riguroso parámetro de referencia que se ha tomado es decir, el nivel de disolución normal del agua del océano, la pluma es completamente inexistente.

En las siguientes tablas se indican los parámetros utilizados para algunos grupos de fauna, para los cuáles se realizaron las modelaciones de los impactos:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla V.26. Parametros utilizados para algunos grupos de fauna.

COMPONENTE AMBIENTAL		PARÁMETROS PARA MEDIR LA AFECTACIÓN DEL PROYECTO	
		SONIDO	PLUMA DE DISPERSIÓN/SEDIMENTACIÓN
FLORA	FITOPLANCTON		La mayor parte de la producción primaria por el fitoplancton sucede por encima de los 30 m en los océanos, donde la penetración de la luz es suficiente para permitir la fotosíntesis. Ésta es conocida como la zona eufótica. El hecho de que la pluma de dispersión de las descargas se produzca bajo la zona eufótica, es un elemento muy importante que mitiga el impacto sobre la producción de fitoplancton.
	MAMÍFEROS MARINOS	Se espera que la respuesta de comportamiento de las tortugas marinas dentro de las zonas consideradas para este modelo incluya reacciones menores, como su alejamiento del área, o que incluso no tengan respuesta alguna.	Los daños ocasionados por la pluma de dispersión se enfocaron a los organismos bentónicos por ser los más vulnerables a este impacto, sin embargo se espera que la respuesta de los mamíferos marinos sea el alejamiento del área.
FAUNA	TORTUGAS MARINAS	Se espera que la respuesta de comportamiento de las tortugas marinas dentro de las zonas consideradas para este modelo incluya reacciones menores, como su alejamiento del área, o que incluso no tengan respuesta alguna.	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

ZOOPLANCTON	BENTOS	EPIFAUNA	<p>En el estudio se prevé que, si la deposición de sedimentos es igual o menor a 0.05 m/año de sedimentación, más del 95 % de las especies pueden ser consideradas no sensibles a dicha deposición de sedimentos. Asimismo, si los sedimentos en suspensión son menores o iguales a los 5 mg/l, la sensibilidad de los organismos se considera insignificante.</p> <p>Sin embargo, aún y cuando la sensibilidad es baja tanto para la especie <i>P. planipes</i> como para el pepino de mar (<i>Parastichopus parvimensis</i>) y teniendo en cuenta su ciclo de vida complejo, son especies potencialmente sensibles por la actividad de dragado, por lo que se prevé que cualquier impacto en estas dos especies será muy localizado. Newell y Woodcock, (2013), demostraron que los mejillones (<i>Mytilus edulis</i>) pueden sobrevivir hasta 32 días el entierro por arena, y también pueden volver a surgir desde el entierro de hasta 2 cm de sedimento. Otras especies como el gusano poliqueto <i>Sabellaria spinulosa</i> también pueden sobrevivir durante más de 32 días en sepultura, y pueden formar delicados "tubos de emergencia" que construyen hacia la superficie del sedimento después del entierro.</p>
	INFAUNA		

Perturbación sonora hacia especies marinas

Durante las actividades de dragado se tendrán afectaciones sonoras que repercutirán en afectaciones hacia las especies marinas que se encuentren presentes, al respecto el impacto ambiental será constante, no intermitente y de baja frecuencia. Las frecuencias de sonido emitidas por diferentes barcos dragadores varían entre 160-180 dB $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2$.

Para la atención de éste impacto ambiental, se llevó a cabo un Modelo Acústico Bajo el Agua por HR Wallingford. En dicho estudio, se empleó el modelo acústico HAMMER (modelo Hidroacústico para la Mitigación y Respuesta Ecológica), a fin de predecir la "huella" del sonido propagado desde la draga y la bomba de cabezal de dragado durante las operaciones del proyecto (para mayor detalle, consultar el estudio del Modelo Acústico Bajo el Agua contenido en el Anexo 10 de la presente MIA-R). El cual se basó en 5 tipos de mamíferos marinos (cetáceos de baja frecuencia, cetáceos de frecuencia media, cetáceos de frecuencia alta y pinnípedos en aire y en agua). Los delfines no fueron incluidos, toda vez que su sensibilidad al sonido es mucho mayor a los sonidos que serán producidos por una draga TSHD del tipo que será utilizado en el sitio del proyecto, por lo que corresponde a una frecuencia más elevada a las frecuencias tomadas en estudio.

Los impactos potenciales de sonido producidos por el dragado hacia la fauna marina, evaluados de manera detallada, han mostrado que los niveles de sonido son en todos los casos, muy por debajo de los niveles documentados que podrían causar cualquier tipo de daño a la vida marina, debido a que corresponden a sonidos de baja frecuencia en general, los cuales se encuentran por debajo de la sensibilidad de la mayoría de los mamíferos marinos; sin embargo, puede haber respuestas de comportamiento al sonido de especies de mamíferos marinos, pero que se limitan sólo en las zonas inmediatas de la zona de draga y barcaza, por lo que no se prevén afectaciones fuera del área de dragado.

Las respuestas de comportamiento obtenidas a través del Modelo Acústico Bajo el Agua por el sonido, fueron las siguientes: se estima que las focas de puerto pueden mostrar una reacción ante el sonido desde dentro del área de la zona de dragado y sólo muy cerca de la draga; los elefantes marinos del norte pueden mostrar una respuesta al sonido de dragado dentro de la

totalidad del área del proyecto; las ballenas grises pueden mostrar una respuesta fuera del área del proyecto, y las ballenas azules no son propensas a mostrar alguna respuesta, de acuerdo con los criterios utilizados. Los niveles sonoros previstos no se consideran susceptibles de causar daño físico temporal o permanente a alguna de las especies consideradas. El sonido que se propaga a partir de las actividades de dragado no llega a las lagunas costeras que las ballenas grises utilizan para parir. Las ballenas grises en movimiento a través de la zona de la actividad de dragado, pueden mostrar alguna reacción ante el sonido de la draga de acuerdo con los criterios de Southall. Debido a que las capacidades auditivas de las tortugas marinas son pobres en comparación con los mamíferos marinos, no se espera un impacto significativo hacia dichos organismos.

En todos los casos, se espera que la respuesta en el comportamiento de las especies dentro de la zona de influencia del proyecto, sea a través de reacciones menores como la indiferencia o alejándose de la embarcación.

Perturbación sonora hacia rutas migratorias

De acuerdo con la literatura, las rutas migratorias de ballenas en la zona no están comprendidas dentro de la zona del proyecto, lo cual indica que éstas pasan a una distancia de 135 Km del área del proyecto, tal y como fue demostrado a través de los planos incluidos en la presente MIA-R. Por lo tanto, la zona no representa un área de reproducción o alimentación importante; sólo es zona de paso, por lo que se espera que no se vean afectadas las poblaciones de estas especies. Con respecto a las tortugas marinas, tal y como se indicó anteriormente, debido a que las capacidades auditivas de las tortugas marinas son pobres en comparación con los mamíferos marinos, no se espera un impacto significativo hacia dichos organismos.

Impactos Ambientales

Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilaginosos (elasmobranquios) (incluyendo afectación general y acústica)

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Fauna marina	0.375
FACTOR Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos y peces cartilaginosos (elasmobranquios) (afectación general y acústica)	ETAPA Operación

Es importante considerar la afectación que se pudiera ocasionar a mamíferos marinos y peces cartilaginosos por el desarrollo del proyecto ya que, de acuerdo con la literatura, se encuentran clasificados en una de las categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el caso particular del proyecto, son dos actividades principalmente las que causarán este impacto: la operación de la draga y el funcionamiento de la barcaza. Para evaluar este impacto nos basaremos en el siguiente diagrama:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

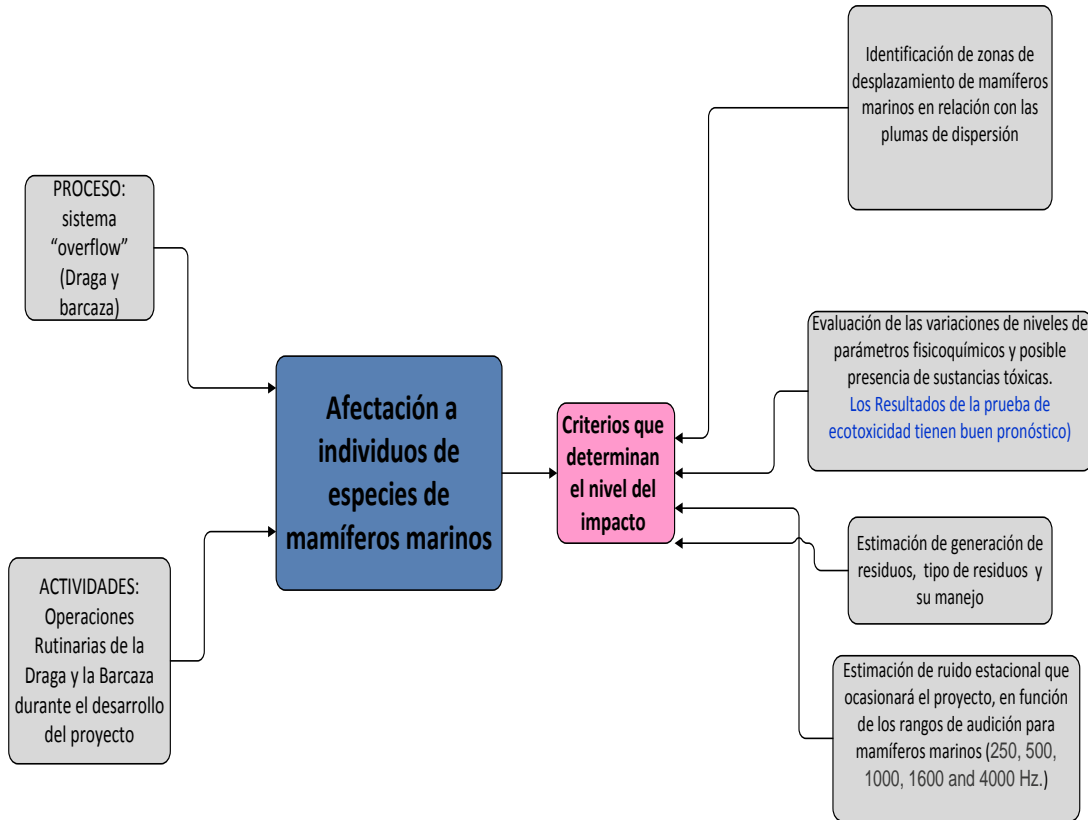


Figura V.387. Diagrama de análisis del impacto.

Perturbación del hábitat en relación con el desplazamiento de los mamíferos marinos y peces cartilagosos (elasmobranquios)

Los efectos de la degradación o perturbación de su hábitat dependen de una variedad de factores, incluyendo:

- Si las zonas degradadas son sitios de desplazamiento clave;
- El tamaño de la zona degradada;
- El grado y la persistencia de la perturbación.

De acuerdo con la literatura, las rutas migratorias de ballenas en la zona no están comprendidas dentro de la zona del proyecto, lo cual indica que éstas pasan a una distancia de

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

135 Km del área del proyecto. Por lo tanto, la zona no representa un área de reproducción o alimentación importante; sólo es zona de paso, por lo que se espera que no se vean afectadas las poblaciones de estas especies. Ver siguientes figuras como ejemplo.

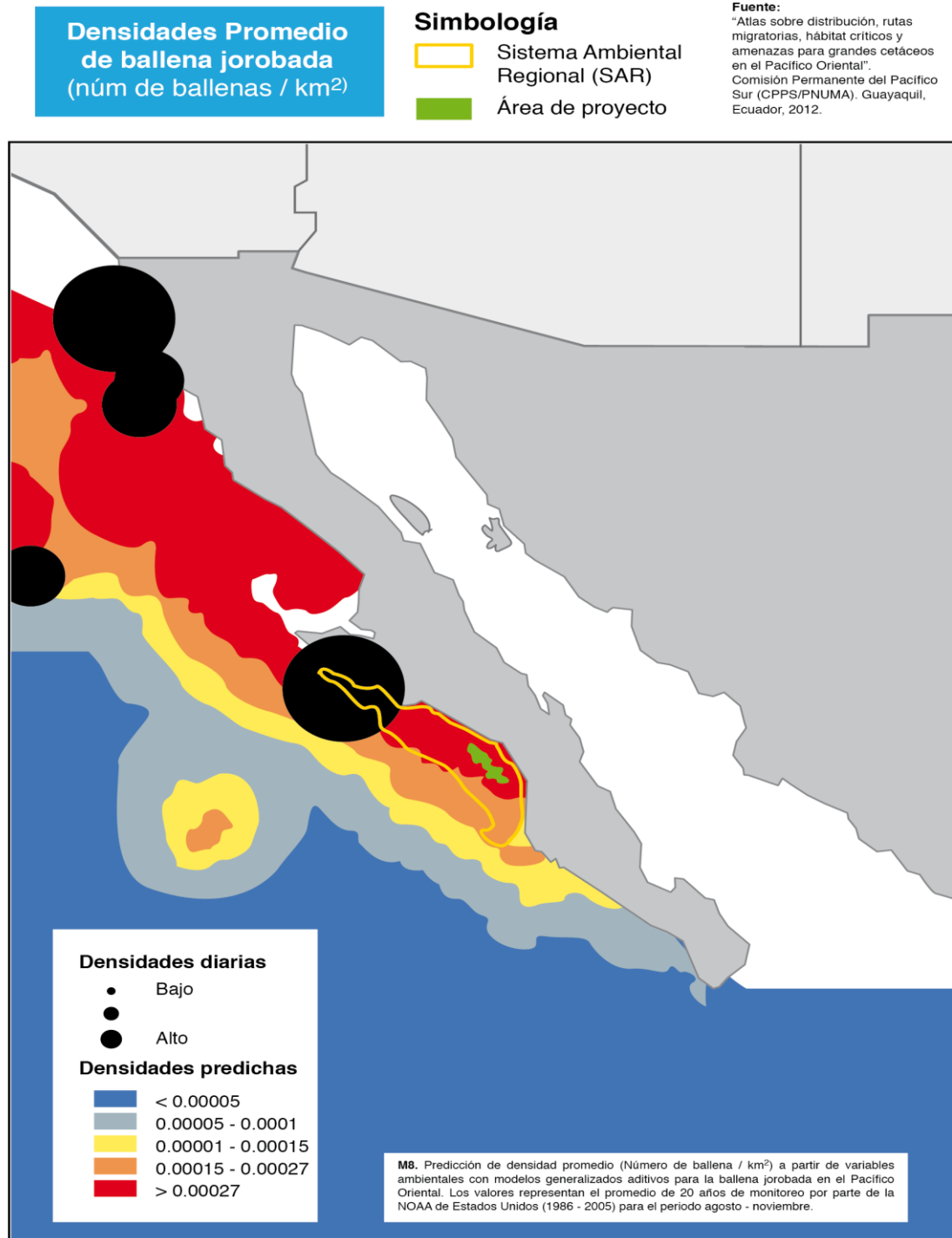


Figura V.398. Mapa de trayectorias migratorias de la Ballena Jorobada.

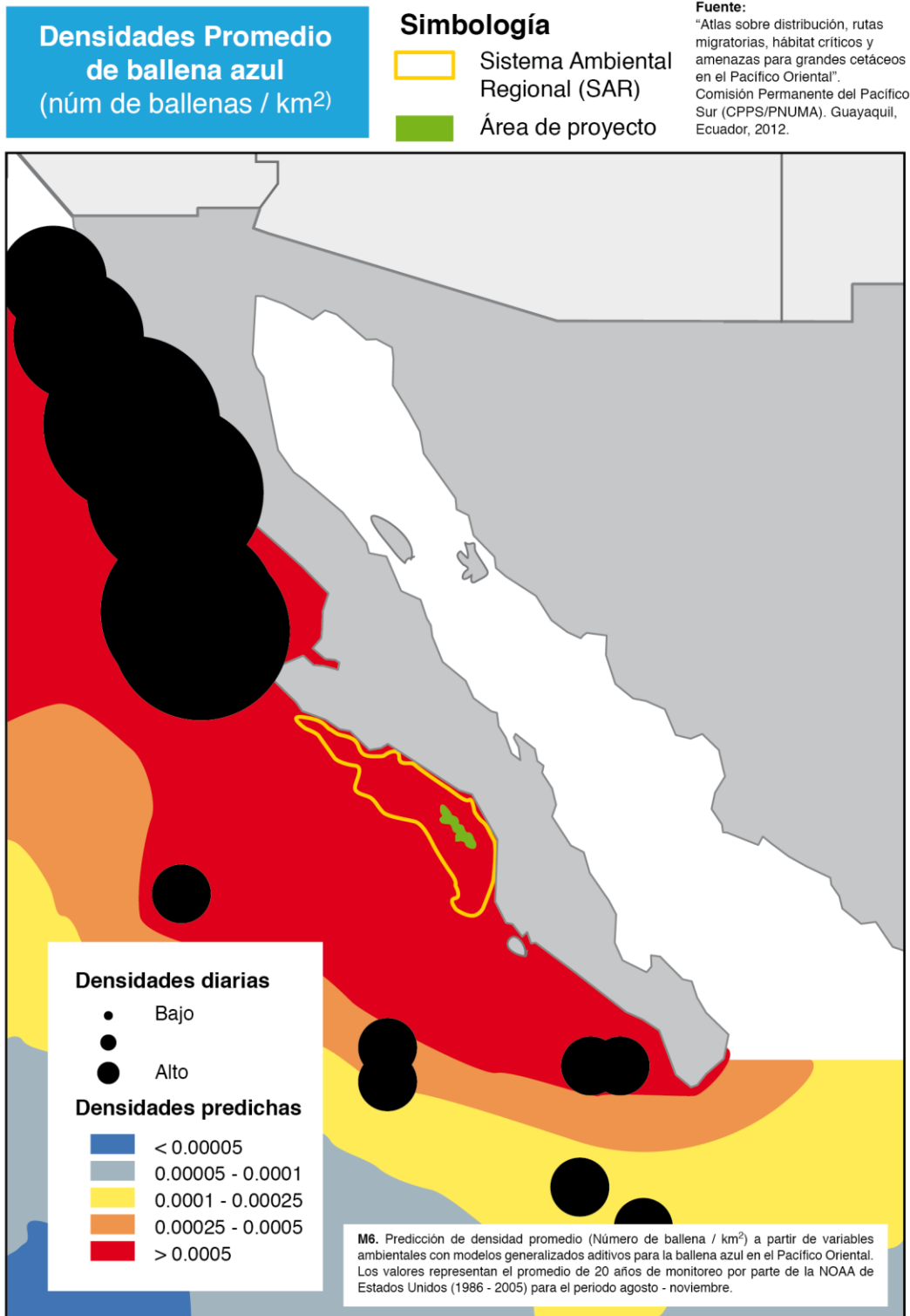


Figura V.409. Densidad promedio de la Ballena Azul.

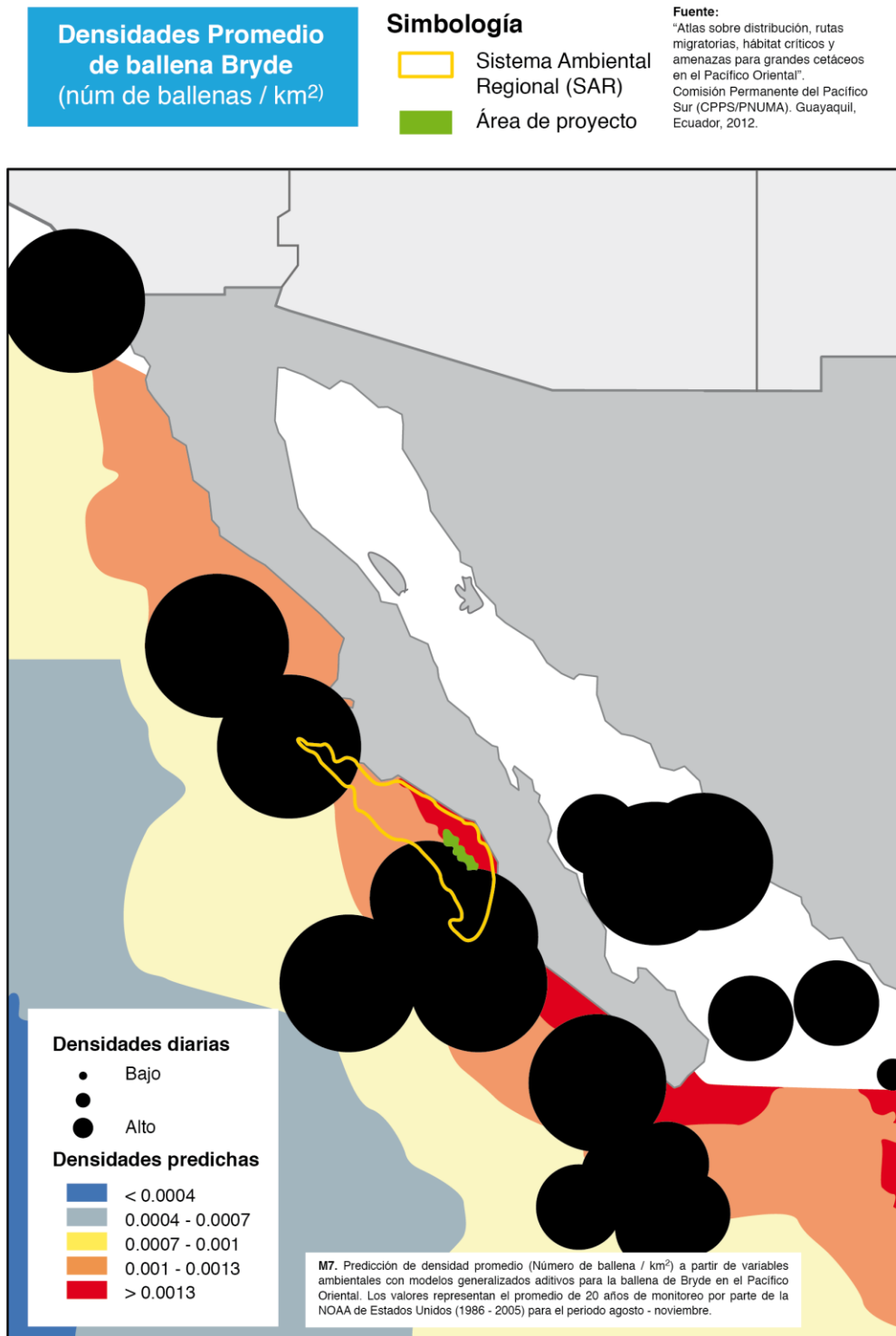


Figura V.50. Densidad promedio de la Ballena Bryde.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

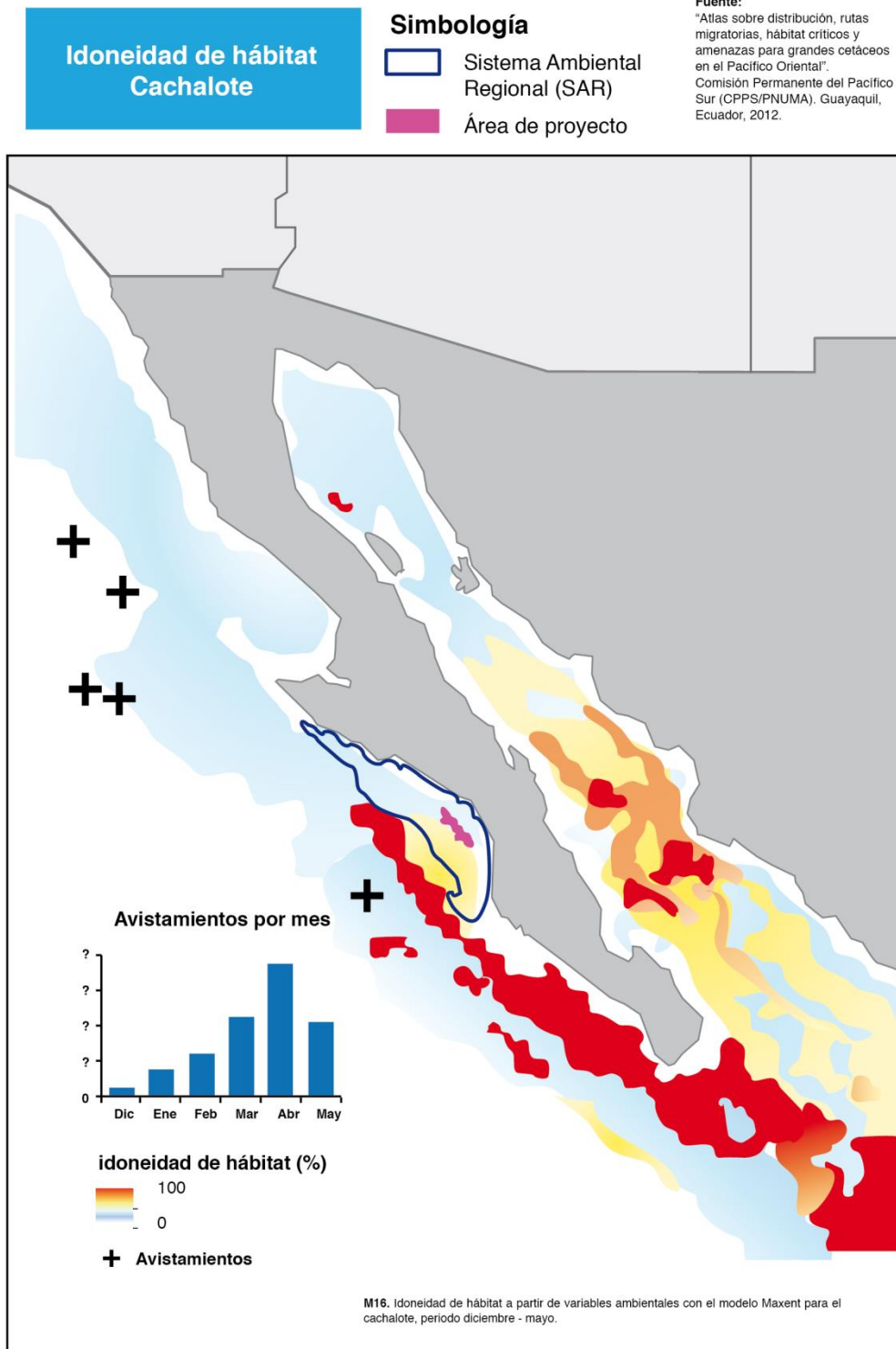


Figura V.411. Idoneidad de hábitat del Cachalote.



Figura V.52. Imagen que muestra las rutas de migración de la Ballena Gris.

Mortalidad tiburones.

Las especies de tiburones pelágicos más abundantes en la costa occidental de Baja California Sur son el tiburón azul (*Prionace glauca*) y el tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*) (Ramírez-Amaro, 2011). Las variaciones estacionales en las condiciones oceanográficas influyen en las migraciones y por tanto en la abundancia y la disponibilidad para la pesca de los tiburones azul y sedoso (*Carcharinus falciformis*), dos de las especies explotadas con mayor intensidad (Jaime-Rivera, 2004). Existen algunas especies que están presentes durante todo el año, como

P. glauca, *I. oxyrinchus*, *R. productus* y *S. zygaena*. Por otro lado, puesto que esta zona es de transición entre las regiones tropical y subtropical, es una posible frontera para la distribución de algunos elasmobranquios, como el caso de *Rhinoptera steindachneri*, *Rhinobatos glaucostigma* y *Myliobatis longirostris*, que llegan hasta la laguna de San Ignacio, que coincidió con lo registrado en los desembarques, ya que estas especies no se observaron en campos pesqueros ubicados al norte de esa laguna.

En 45, de los 60 campos pesqueros que hay en la zona, los elasmobranquios son parte de las especies objetivo de manera primaria (6 campos) y secundaria (39 campos); sin embargo, los costos de operación son elevados además de que los lugares de acopio están aislados, tienen poca infraestructura y los canales de comercialización son muy limitados (Ponce-Díaz et al., 2009 tomado de Ramírez-Amaro, 2009). La captura de elasmobranquios está enfocada principalmente en tiburones, aunque en años recientes cobró auge la de rayas, por lo que según Farías y Blanco-Parra (2006), la guitarra común y el tiburón azul fueron las dos especies de elasmobranquios más abundantes en los desembarques de la pesca ribereña de la zona de estudio.

Según las estadísticas de CONAPESCA (2014), la actividad está basada en el tiburón angelito, el tiburón azul, el tiburón sedoso y las cornudas. El volumen total más elevado se registró entre 2010 y 2012, en la siguiente figura. Por otra parte, por su abundancia, la mayor parte tanto de tiburones como de rayas se obtiene entre Cabo San Lázaro y la Boca de La Soledad (en la costa marina de la Isla Magdalena), seguida por San Ignacio y San Juanico (Ramírez-Rodríguez et al., 2010).

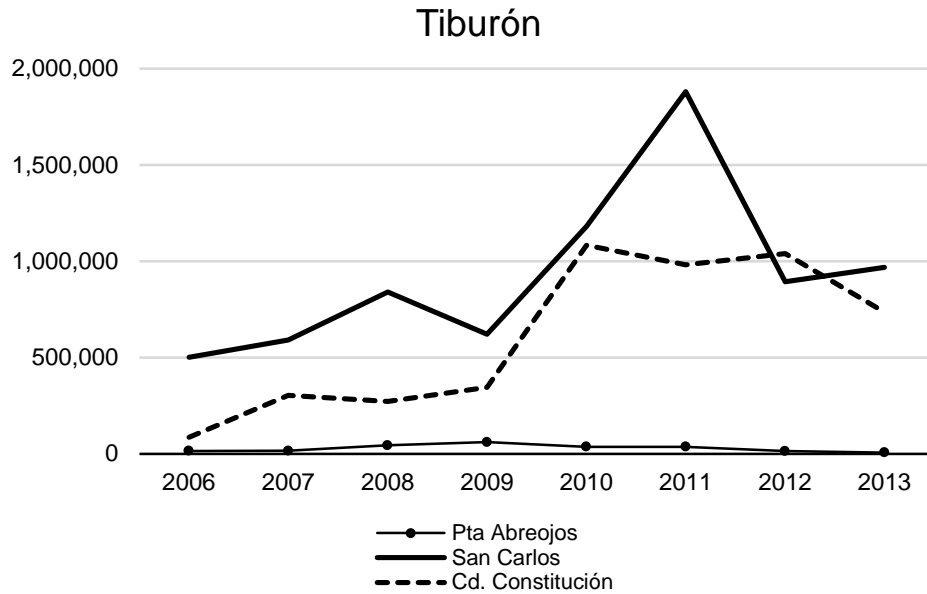


Figura V. 423. Estadísticas sobre la pesca del tiburón.

Presencia de posibles agentes contaminantes (químicos y/o físicos) por el desarrollo del proyecto

La contaminación por hidrocarburos del agua marina interviene en la cadena alimenticia de los mamíferos marinos, ya que éstos tienden a bioacumular dichos contaminantes en sus tejidos. El lugar donde se almacenen y concentren las sustancias varía de acuerdo con la afinidad de las sustancias hacia ciertos tejidos, la edad del animal y su sexo. Con base en esto, sustancias como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) y los bifenilos policlorados (PCB), que son solubles en la grasa, se acumulan en la grasa, en el hígado y en el cerebro, mientras que los metales pesados se pueden alojar en el hígado, en los músculos, en los riñones y en el tejido óseo. Por otro lado, cuando los mamíferos marinos depredadores incorporan en sus tejidos los hidrocarburos de la presa consumida, los biomagnifican y los podrían bioacumular.

Se ha demostrado que existe una relación entre los niveles de contaminantes y la supresión del sistema inmunológico en los organismos, lo cual ocasiona que éstos sean vulnerables al ataque de patógenos tales como bacterias, biotoxinas (mareas rojas) y virus. De acuerdo con Harwood (2002), los compuestos orgánicos halogenados, al acumularse en grandes concentraciones en la grasa de los mamíferos marinos, pueden ocasionar que estos

organismos disminuyan su resistencia a ciertas enfermedades, y que se vuelvan vulnerables a adquirir una infección que puede ser la causante de mortalidades masivas.

Por esto, resulta indispensable precisar y contar como se cuenta en el proyecto con planes específicos de contingencia de vertidos de hidrocarburos, en previsión de las potenciales descargas derivadas del desarrollo del proyecto, como por ejemplo, derrames de combustible o fugas accidentales en la zona del proyecto. Por otro lado, como ya vimos, prácticamente las rutas de desplazamiento de estas especies pasarán lejos de la zona del proyecto. Además, es importante considerar los patrones de circulación de las masas de agua con el objetivo de determinar la capacidad de dispersión de los contaminantes (incluso dispersión atmosférica), y el grado de afectación de éstos en otros niveles de la cadena alimenticia, los cuales forman parte del alimento para los cetáceos que se distribuyen en esa zona.

El proyecto contempla el **Programa de Control y Seguimiento de Calidad del Agua del Medio Marino**, lo que dará como resultado la detección de niveles de contaminación en lugares próximos a la zona del proyecto. Si durante el monitoreo se llegara a detectar alguna anomalía que pudiera indicar la contaminación del agua que pueda afectar a los mamíferos marinos y a los peces cartilaginosos, será necesario abordar el problema de manera interdisciplinaria en relación a factores ambientales (distribución del alimento y enfermedades) o antropogénicos (destrucción del hábitat por actividades), ya que muchas veces los contaminantes no conducen directamente a incrementar el número de mortalidades de mamíferos marinos, sino que interfieren con la habilidad de los individuos para recuperarse del estrés causado por otros factores ambientales.

Por otro lado, es importante tener en cuenta la generación de residuos sólidos que implica el proyecto ya que, si no son manejados adecuadamente, al liberar residuos al mar de manera accidental o intencional, se contribuye a la acumulación de residuos como botellas, bolsas de plástico, vidrio, latas, cajas de cartón, etc., lo que ocasiona que los mamíferos marinos los ingieran o se enreden en ellos. La mayor parte de la basura está hecha de polímeros sintéticos, material que tarda en degradarse y que tiene la capacidad de flotar y de viajar a grandes distancias, permaneciendo en el medio por muchos años hasta afectar a la fauna marina, o llegar a la costa y acumularse en ésta.

Para poder aminorar el efecto de los residuos sólidos sobre el ambiente marino, el proyecto propone el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, basado en el **cumplimiento de los**

lineamientos del Convenio MARPOL, a través del cual se tomarán acciones para prevenir el problema. Asimismo, en dicho Programa primero se identificará el tipo de basura que predominará, de acuerdo a las características del proyecto y sus principales fuentes de descarga, para luego establecer esfuerzos de mitigación efectivos, además de un **Programa de Educación Ambiental** para todas las personas que intervengan en el desarrollo del proyecto.

Aumento de los niveles de ruido en la columna de agua

El ruido puede definirse como un sonido que perjudica la recepción de señales de interés, o que afecta a los mamíferos marinos por medio de un cambio en su comportamiento normal (Richardson et al. 1995).

Las principales afectaciones que los mamíferos marinos pueden tener por el ruido son reacciones de molestia y de desplazamiento, lo cual ha sido documentado a través de cambios bruscos de alimentación, de socialización o de vocalización. Otra afección provocada por el ruido es el enmascaramiento de sonidos biológicos importantes. Respecto a esto, es importante resaltar que los mamíferos marinos dependen del sonido casi por completo, para comunicarse, encontrar y atrapar presas, evitar depredadores y para navegar.

La propagación del sonido bajo el agua es afectada por múltiples factores oceanográficos. Los cambios en los perfiles verticales de temperatura y salinidad a través de la columna de agua, afectarán la velocidad del sonido y el grado al cual el sonido es refractado verticalmente.

El tipo de lecho marino alterará el índice de pérdida de transmisión (PT/TL) de sonido propagado con sedimentos lodosos más suaves que tienden a absorber el sonido, mientras que las superficies duras rocosas causarán reflexión y por lo tanto, menos absorción. La profundidad del agua es también un factor clave que altera la propagación del sonido bajo el agua; en agua poco profunda (<200m), el sonido propagado se disipará más rápidamente que en agua más profunda, debido a numerosas interacciones con la superficie y el lecho.

Con el fin de explicar todas estas interacciones del sonido bajo el agua con el ambiente oceánico, la herramienta de modelo numérico registrada se denomina **HAMMER** (HR Wallingford, 2012, HR Wallingford, 2013, Rossington *et al.*, 2013), ésta fue usada para predecir la propagación del sonido proveniente de las operaciones de dragado en el sitio de

estudio. HAMMER puede predecir la propagación del sonido bajo el agua de uno o más puntos de origen, a través de la columna de agua y para los 360° alrededor de cada fuente. El sonido bajo el agua también es evaluado por frecuencias discontinuas de sonido, y los resultados del modelo son presentados como ‘mapas de sonido’ para cada frecuencia que muestra la pérdida de transmisión (PT/TL) o nivel recibido (NR/RL) de la fuente en decibeles.

Una ventaja de HAMMER es que la propagación de frecuencias discontinuas es modelada más que los campos de frecuencia de banda ancha. El modelo hace esto porque diferentes especies marinas serán capaces de detectar y reaccionar a las variaciones de frecuencia, y porque la propagación de cada frecuencia también es altamente variable. Las frecuencias más bajas de importancia para pescar, por ejemplo, pueden viajar más lejos bajo el agua que las frecuencias más altas, o viceversa, dependiendo de las condiciones ambientales. Otras estrategias de modelado a menudo usan frecuencias de banda que agregan la información sobre un campo dado, reduciendo potencialmente la robustez de los resultados.

Los términos fuente para el sonido fueron basados en un estudio de operaciones de dragas tipo TSHD, que dragan arenas fosfáticas en el lado sur del Mar del Norte (Robinson *et al.*, 2011), y que son probablemente similares a las obras de dragado propuestas para el sitio del proyecto.

Los niveles de sonido a varias frecuencias se muestran en la siguiente figura.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

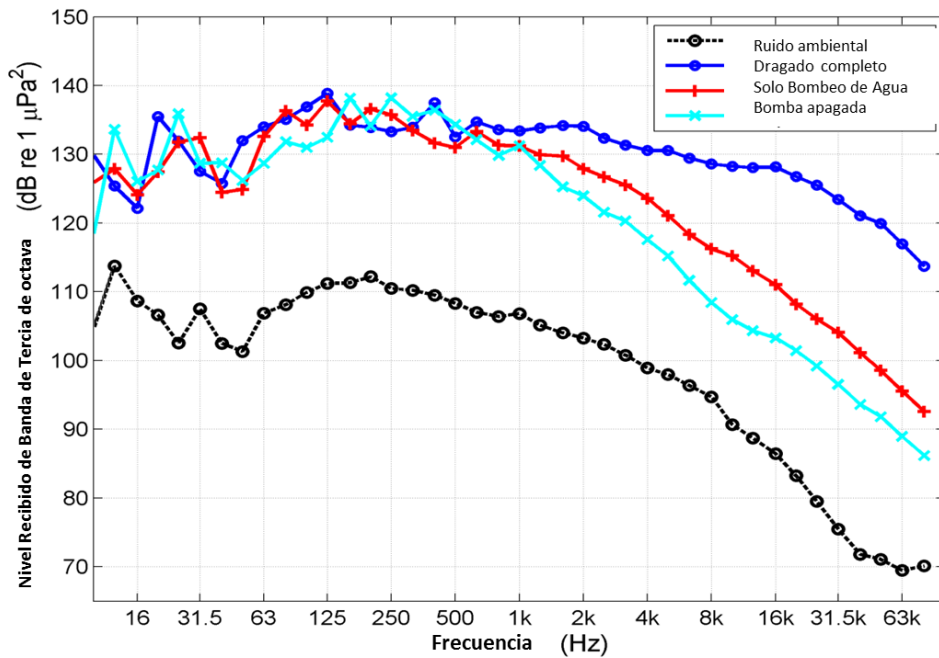


Figura V.434. Niveles de sonido a varias frecuencias medidas para las TSHD ‘Sand Falcon’ (“Halcón de Arena”).

La gráfica muestra los niveles de origen grabados cuando las bombas de succión estaban apagadas; cuando estaban bombeando sólo agua, y cuando los agregados (arenas fosfáticas) eran bombeados a la bodega de carga. También se muestran los niveles de ruido ambiental (De Robinson *et al.*, 2011).

Las amplitudes de las fuentes de sonido a cada una de las frecuencias derivadas de la anterior figura, se muestran en la Tabla V.17 presentada anteriormente.

Asimismo, en la Tabla V.18 ya se ha mostrado una comparación del sonido emitido por varias embarcaciones relevantes, incluyendo aquéllas utilizadas para la observación de ballenas.

Los detalles de la batimetría, así como la información de la temperatura y los gradientes de salinidad que afectan la densidad (y por consiguiente la velocidad del sonido en la columna de agua), fueron compilados de los datos del mismo sondeo oceanográfico que ha sido usado en el modelo HYCOM de dispersión de columnas. La variabilidad estacional en la temperatura y la salinidad fueron incluidas en los escenarios del modelo utilizando datos HYCOM

promediados para un mes representativo durante el invierno (febrero, 2013) y verano (agosto, 2013). Las propiedades físicas de los sedimentos del lecho marino también influyen cómo el sonido es refractado y absorbido a medida que se propaga alejándose de la fuente que lo produce. Variaciones espaciales en depósitos del lecho marino fueron incluidas en el modelo de propagación de sonido obtenido de la información detallada del sondeo adquirido por Odisea (Odyssey) en el año 2013.

Sensibilidad al Sonido

Las siguientes especies de mamíferos marinos fueron seleccionadas como representantes de las más comunes a lo largo de la línea costera del Pacífico de Baja California, y para las cuales se requirió una evaluación de sus respuestas potenciales al sonido.

Éstas incluyen las siguientes especies, aunque la información acerca de la sensibilidad al sonido fue escasa para muchas de ellas:

- Elefante marino del Norte (*Mirounga angustirostris*)
- León Marino de California (*Zalophus californianus*)
- Foca Común o del Puerto (*Phoca vitulina*)
- Ballena Gris (*Eschrichtius robustus*)
- Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*)
- Ballena Azul (*Balaenoptera musculus*)

La respuesta de las especies marinas al sonido bajo el agua es a menudo poco conocida (para un ejemplo, véase Weilgart, 2007, Boyd *et al.*, 2011). Sin embargo, Southall *et al* (2007) desarrolló criterios sobre los impactos del sonido bajo el agua en los mamíferos marinos, que permiten una evaluación del daño o respuesta conductual para ser basada en el mejor conocimiento científico de su tiempo. Los criterios de Southall fueron divididos en 3 tipos de sonidos (único impulso, múltiples impulsos y sonidos sin pulso), y se basaron en 5 tipos de mamíferos marinos (cetáceos de baja frecuencia, cetáceos de frecuencia media, cetáceos de frecuencia alta y pinnípedos en aire y en agua). Los criterios proveen campos de sonido y marcadores de severidad de respuesta en los que, tanto el daño potencial como la respuesta conductual, pueden ocurrir. Niveles específicos de respuesta conductual y actividades de

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

aquellas especies fueron incluidas en los criterios. Los marcadores conductuales están basados en respuestas observadas en un ambiente salvaje y con especies específicas. Como tales, no todas las especies son representadas debido a las dificultades para obtener datos en el campo.

Para este estudio, sólo fueron considerados sonidos sin pulso y como el nivel de la fuente del sonido de la draga en todos los casos está por debajo del nivel de daño potencial (>200dB re 1µPa) (véase Southall *et al.*, 2007 para mayor información), sólo se consideraron los criterios de respuesta conductual como parte de la interpretación del impacto del sonido. Los campos de sonido para las especies de interés, de acuerdo a los criterios Southall (Southall *et al.*, 2007). Debe tomarse en cuenta que todas estas respuestas están por debajo del umbral de daño potencial e indican si una respuesta (aún la más pequeña) puede ocurrir.

Tabla V. 197. Respuestas conductuales a los sonidos de no pulsación de los mamíferos marinos de interés de la zona de estudio y las puntuaciones de severidad asociadas, basadas en Southall *et al* (2007).

Especies y actividad	Fuente de sonido que se utilizó para la respuesta	Nivel Recibido (RL)	Escala de Severidad
Ballena Gris (migración)	Reproducción de sonido de perforación y máquinas de sonido	90-150 dB SPL	0 & 6
Ballena Gris (alimentación)	Reproducción de sonido de perforación	100-120 dB SPL	0 & 6
Ballena Azul (alimentación)	Reproducción sonar de baja frecuencia	140-150 dB SPL	0
Ballenas jorobadas	Sonido de buques y presencia	100-140 dB SPL	0 & 6
Ballenas jorobadas	Sonido de buques y presencia	110-130 dB SPL	6
Ballenas jorobadas	Reproducción de secuencia M de baja frecuencia	120-130 dB SPL	6

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Ballenas jorobadas	Reproducción sonar de baja frecuencia	110-160 dB SPL	2 & 4
Focas de puerto	Airmar® dB plus II AHD	120-130 dB SPL	0
Focas de puerto	Varios sonidos de no pulsación fueron utilizados en las comunicaciones submarinas	80-110 dB SPL	0 & 6
Elefantes marinos	ATOC	110-140 dB SPL	0, 3 & 4

Los delfines no fueron incluidos en la tabla anterior porque los rangos de sonido para los ellos son mayores a 4 kHz, con una sensibilidad de 10-100 kHz y una sensibilidad máxima al sonido de 50kHz (ver Houser and Finneran, 2006; Muslow *et al.*, 2013). Por lo tanto, es poco probable que los delfines sean sensibles a los sonidos de una draga TSHD del tipo que será utilizado en el sitio del proyecto.

No hubo suficiente información disponible sobre la respuesta conductual al sonido para los leones marinos californianos. Sin embargo, hay una observación común de que muchas especies de focas son tolerantes a las actividades humanas, incluyendo el dragado cerca de las playas y puertos. Siempre y cuando no se vean amenazadas, se ha observado que las focas de puerto toman el sol en las tuberías que transportan agregado de dragado a la orilla de la playa, en las obras de reposición y recuperación. Se considera poco probable que los leones marinos californianos se vean afectados por las actividades de dragado realizadas aproximadamente a unos 30 km de la costa en el sitio del proyecto.

Recientemente, se han observado las respuestas conductuales de las ballenas azules frente a altas frecuencias (3,5 Hz-4 kHz) de sonido y a un rango de 130 a 160 dB, lo cual parece causar un cambio en su comportamiento (Goldbogen *et al.*, 2013). La información presentada no es suficiente para determinar una puntuación de severidad, pero esta información ha sido incorporada en los mapas de sonido que se muestran en el informe realizado por HR Wallingford y que se encuentra en el anexo 9 de la presente MIA.

A continuación, se muestran los resultados de los perímetros predichos sobre las respuestas conductuales potenciales de los mamíferos marinos al sonido.

Ballena Gris (*Eschrichtius robustus*).

El perímetro de respuesta conductual potencial para las ballenas grises, que rodea a la zona de dragado, se muestra en la siguiente figura.

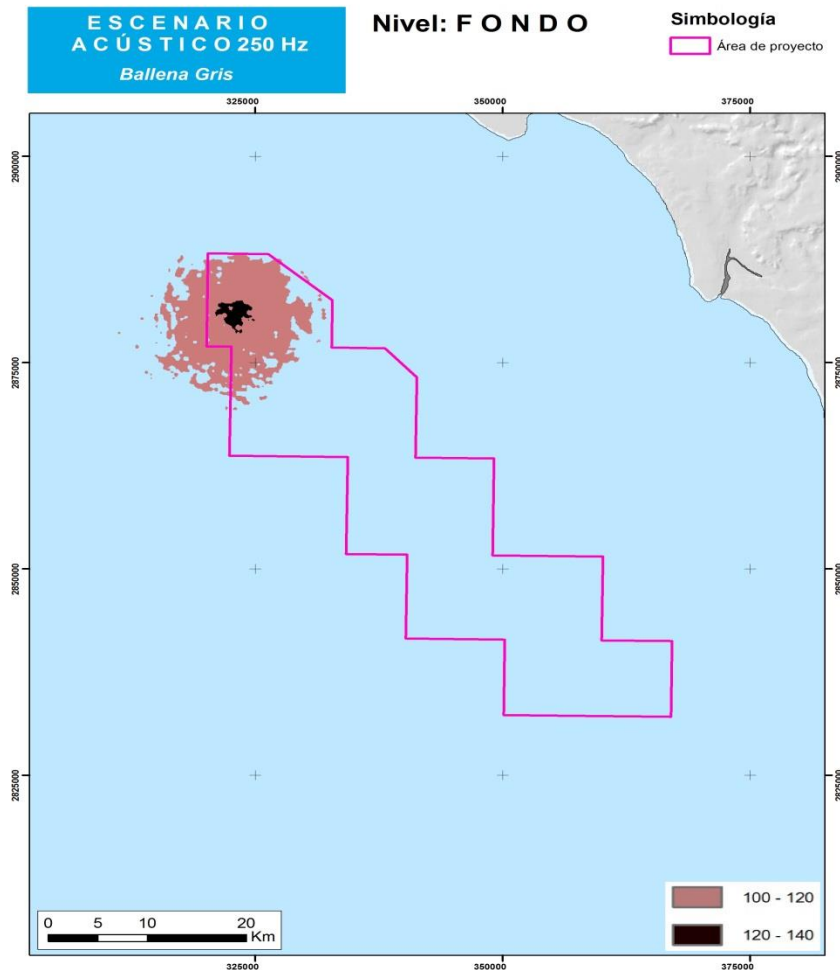


Figura V.55. Zona de influencia cercana a la cama, donde se puede observar la respuesta conductual de las ballenas grises frente a una propagación de sonido de 250 Hz.

El área de color rosa-negro oscuro (120-140 dB re 1 μ Pa) se encuentra fuera del rango conocido de respuesta de la ballena gris. La zona de dragado está indicada por la caja sombreada. Esto muestra la zona en la que una respuesta conductual (por pequeña que sea)

podría ser anticipada en las ballenas grises, a una propagación de sonido de 250 Hz. Esta zona es similar a los niveles de propagación entre 500 Hz - 1.6 kHz. El modelo indica que una respuesta conductual menor podría ocurrir a niveles de sonido relativamente bajos de 250 Hz en la inmediata proximidad al sitio de dragado. Sin embargo, los niveles de ruido están muy por debajo de lo que se considera dañino, y no se extienden a las áreas costeras poco profundas de aparición para las ballenas grises.

Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*)

En la siguiente figura, se muestra el perímetro de respuesta potencial de las ballenas jorobadas para profundidad media en la columna de agua en invierno. La dotación de respuesta se extiende un poco fuera de los límites de la zona de dragado y en general, es similar a la de la ballena gris.

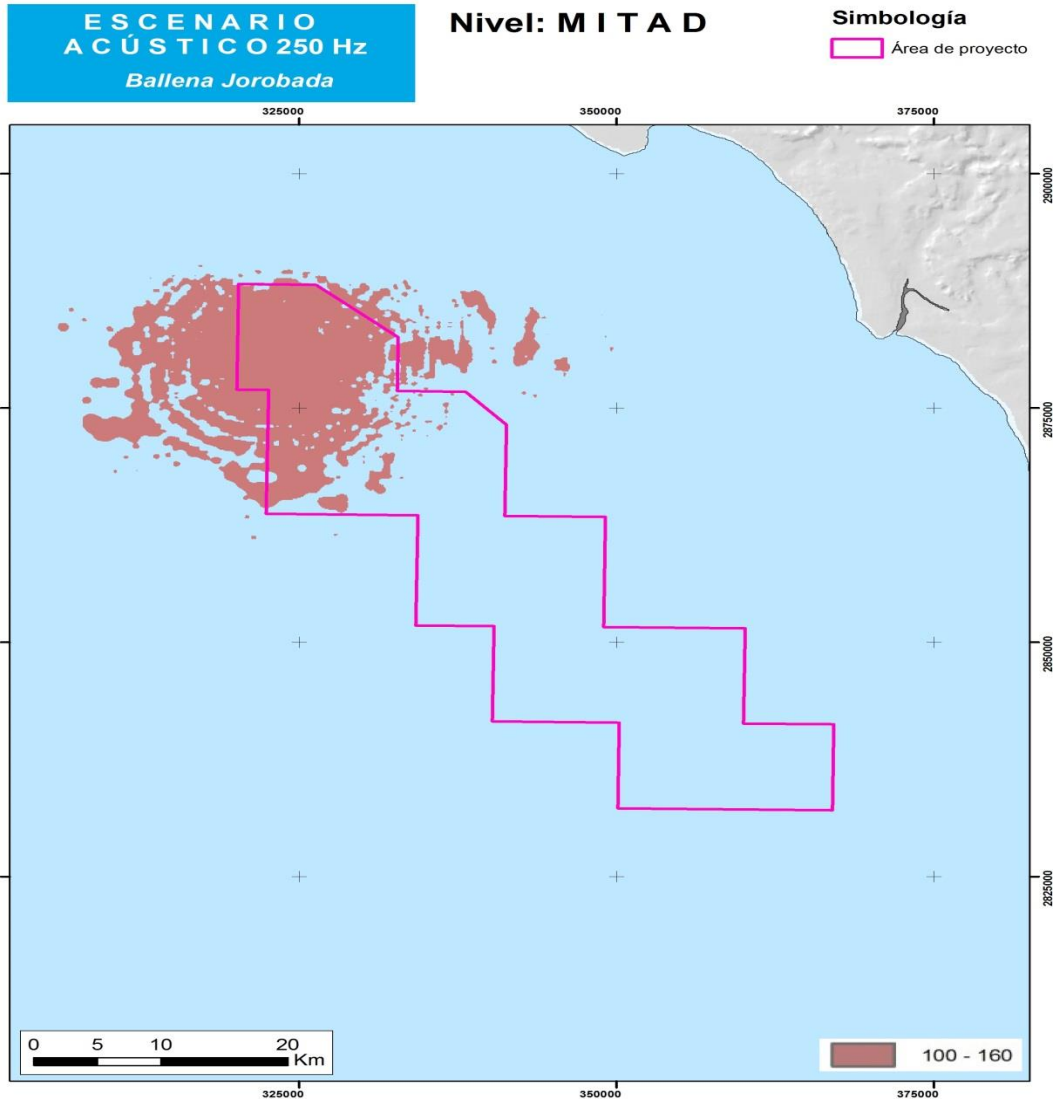


Figura V.56. La respuesta conductual de las ballenas jorobadas se puede observar (en rosa) frente a una propagación de sonido de 250Hz.

Ballenas Azules (*Balaenoptera musculus*)

La ballena azul (*Balaenoptera musculus*) está presente en el área de estudio durante el período invernal. El rango de decibeles para el cual se muestra una respuesta conductual de las ballenas azules se mostró en la Tabla V.19, y la puntuación de severidad dada por los criterios de Southall es **0 - no hay respuesta observable**. La inferencia es que es poco probable que el dragado en el sitio del proyecto resulte en algún tipo de respuesta conductual por parte de las ballenas azules.

Foca de Puerto (*Phoca vitulina*)

La foca de puerto (*Phoca vitulina*) está presente en el área de estudio durante todo el año. Sin embargo, no se sabe si el área es un importante suelo de forrajeo. Además, las frecuencias para las cuales se desarrollaron los criterios Southall (2007) están por encima de la gama de frecuencias modeladas en este estudio. Como tal, los rangos de decibeles para las focas de puerto, donde una puntuación de severidad se ha asignado (ver Tabla V.19) no son relevantes para este estudio y ningún mapa de sonido ha sido producido con una zona de influencia.

Recientes estudios de la audición de la foca de puerto han indicado que ésta es más sensible al sonido en una frecuencia de 4 kHz, ya que el umbral es de 53 dB re 1 μ Pa. Para un ruido blanco de banda octava de 4 kHz (OBN) Kastelein *et al* (2013a), han demostrado que un cambio temporal del umbral (TTS), del cual las focas se recuperan rápidamente, es causado en y por encima de ~ 124 dB re 1 μ Pa en las focas de puerto. Los siguientes mapas de sonido muestran la muy pequeña área que se encuentra en proximidad con los buques de dragado y de procesamiento, dentro de la cual el sonido propagado llegará a 124 dB re 1 μ Pa y potencialmente, causará TTS a las focas de puerto. Los mapas de verano y de invierno se muestran para el rango de frecuencia de 500Hz.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

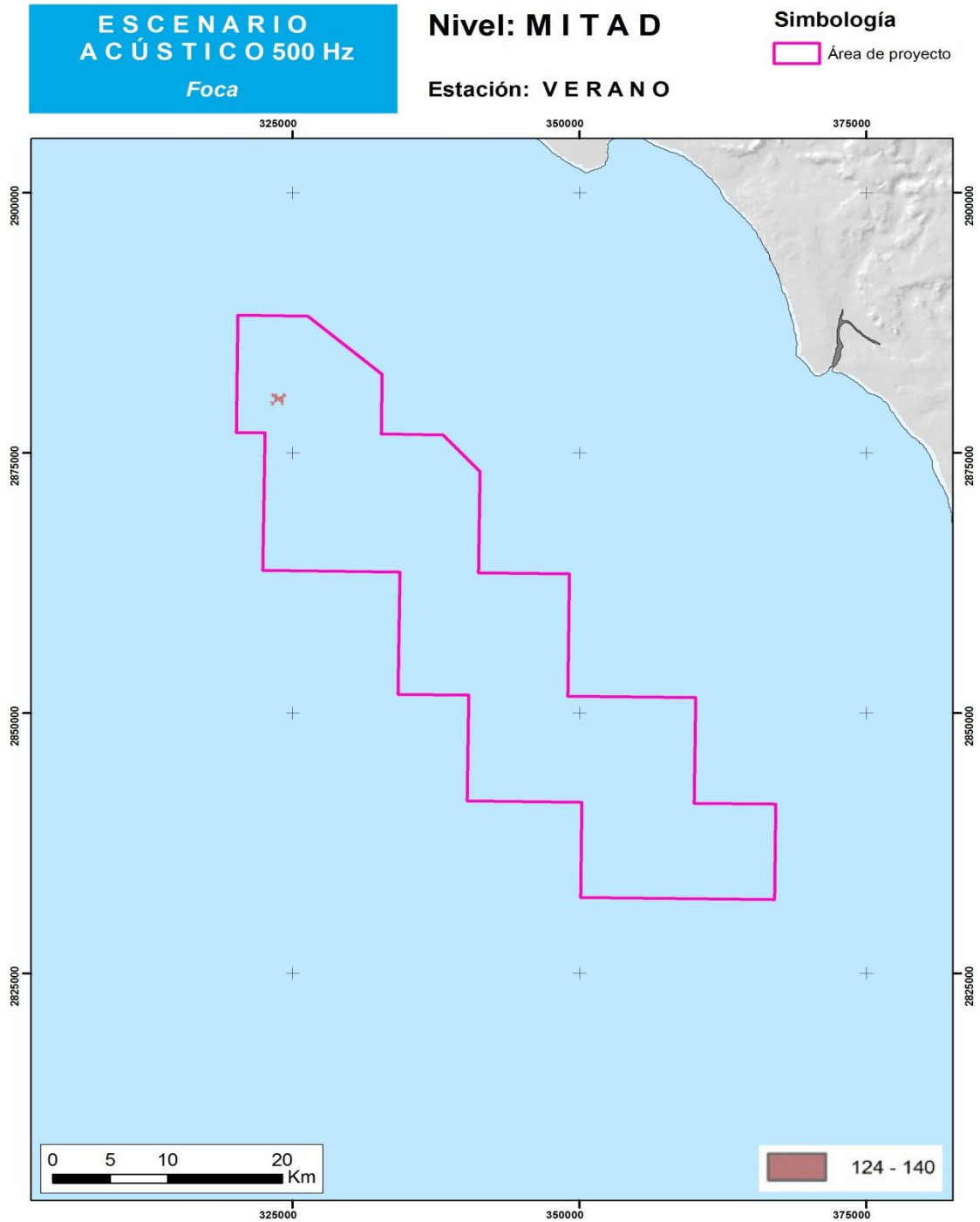


Figura V.57. Focas de Puerto: Área TTS de profundidad media (en rosa) para la propagación de sonido a 500 Hz en verano. La zona de dragado se muestra como una caja sombreada.

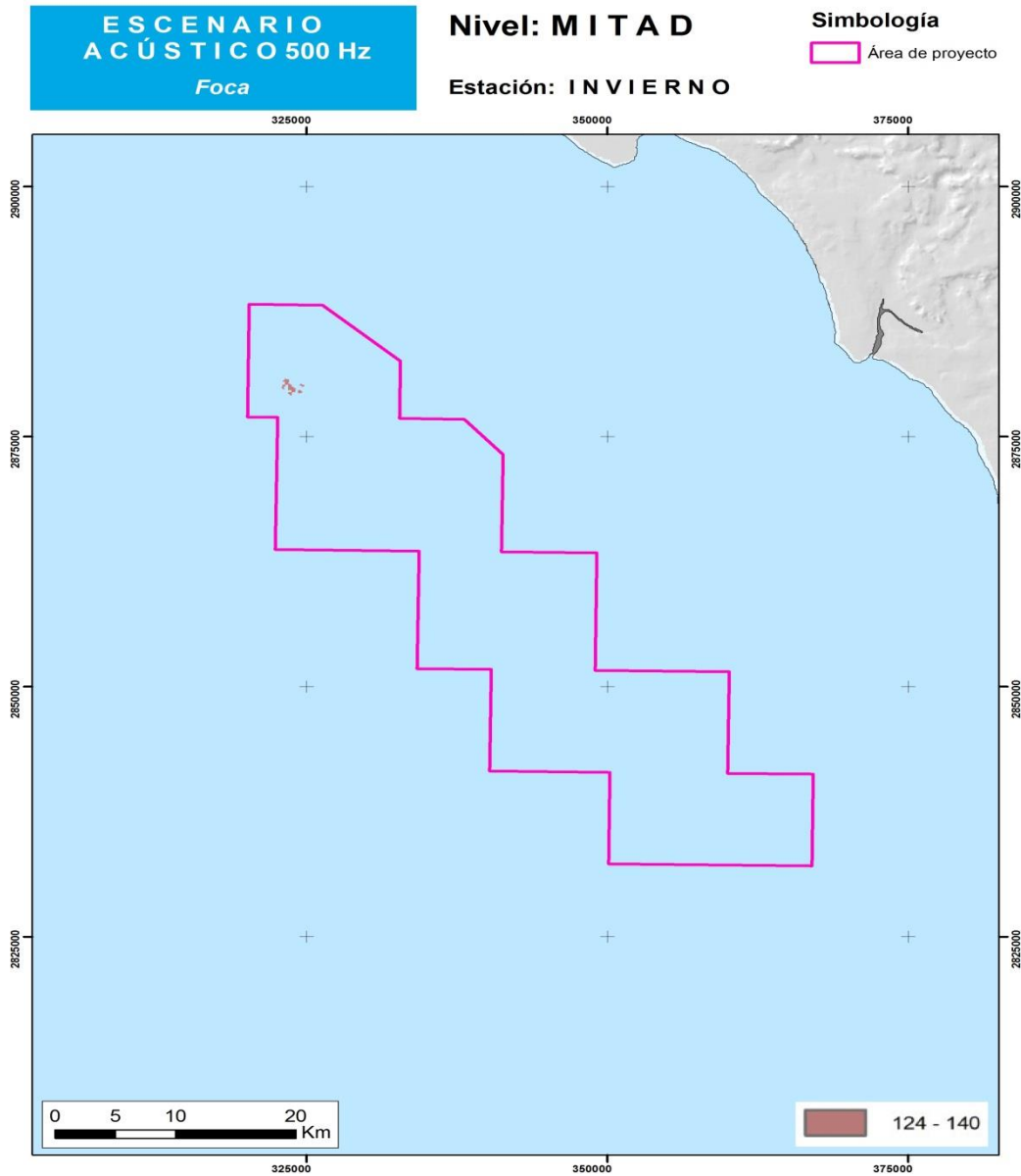


Figura V.58. Focas de Puerto: Área TTS de profundidad media (en rosa) para la propagación de sonido a 500 Hz en invierno. La zona de dragado se muestra como una caja sombreada.

Elefante Marino del Norte (*Mirounga angustirostris*)

El elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*) está presente en el área de estudio durante todo el año para su alimentación, muda y reproducción. Como tal, la propagación de sonido de las actividades de dragado se modeló tanto para el escenario de invierno como el de verano. Los mapas de sonido cercanos a la cama para frecuencias de 500 Hz a 4 kHz se

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

incluyen en el informe de HR Wallingford, para cubrir el rango de audición conocido del elefante marino. Las zonas de influencia para el rango de decibeles 110-140 dB SPL se indican en los mapas ya que éste es el rango en el que se han observado respuestas conductuales. La puntuación de severidad asignada por Southall *et al.* (2007) para este rango es de **0 - no hay respuesta observable, 3 y 4**, lo que significa que una respuesta puede ser observada, pero también los elefantes marinos podrían no ser afectados. La siguiente figura muestra mapas de sonido para el verano de una propagación de sonido de 1000 Hz.

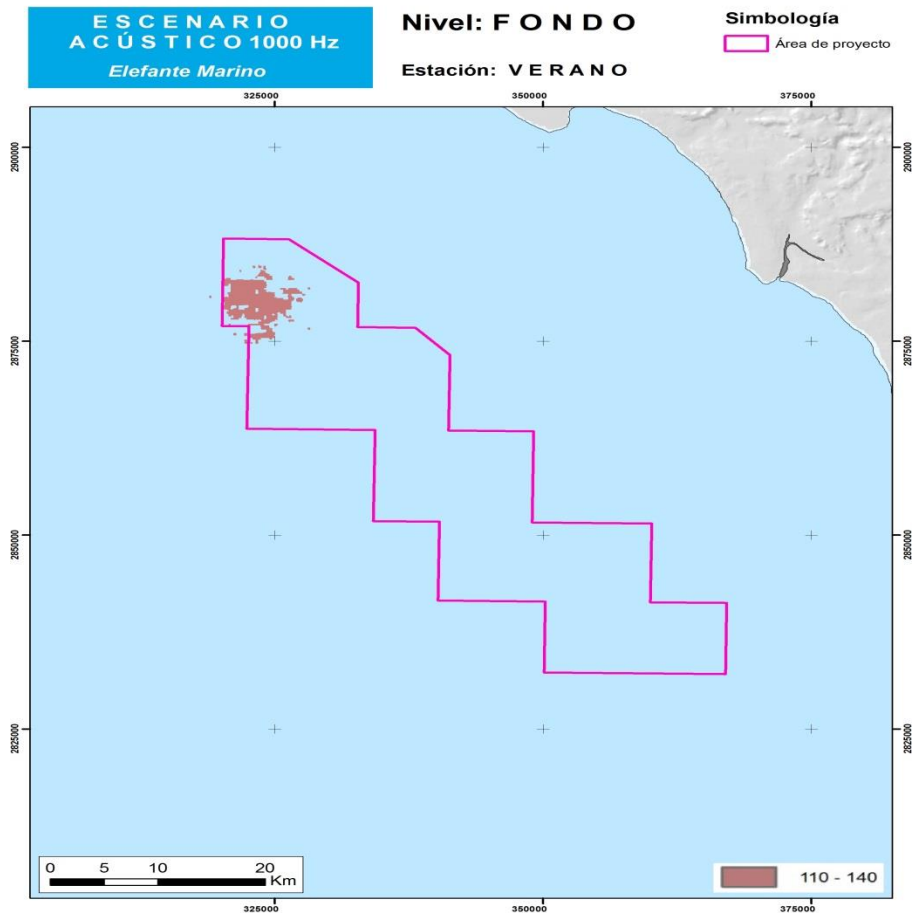


Figura V.449. Zona de influencia cercana al fondo donde una respuesta conductual de los elefantes marinos del norte se puede observar para la propagación de sonido durante el verano (en rosa). La zona de dragado se muestra con el cuadro sombreado.

La respuesta conductual potencial predicha para los elefantes marinos del norte al sonido de los buques de dragado y procesamiento en el sitio del proyecto, es probable que sea pequeña y que se limite estrictamente a la proximidad inmediata del sitio de dragado.

Una evaluación detallada de los impactos potenciales de sonido producidos por el dragado hacia la fauna marina de importancia para la conservación, ha mostrado que los niveles de sonido son, en todos los casos, muy por debajo de los niveles documentados que podrían causar cualquier tipo de daño a la vida marina. Asimismo, se sugiere que puede haber respuestas de comportamiento al sonido de especies de mamíferos marinos, pero que se limitan sólo en las zonas inmediatas de la zona de draga y barcaza.

En resumen, se estima que las focas de puerto pueden mostrar una reacción ante el sonido desde dentro del área de la zona de dragado y sólo muy cerca de la draga; los elefantes marinos del norte pueden mostrar una respuesta al sonido de dragado dentro de la totalidad del área del proyecto; las ballenas grises pueden mostrar una respuesta fuera del área del proyecto, y las ballenas azules no son propensas a mostrar alguna respuesta, de acuerdo con los criterios utilizados. Los niveles sonoros previstos no se consideran susceptibles de causar daño físico temporal o permanente a alguna de las especies consideradas. El sonido que se propaga a partir de las actividades de dragado no llega a las lagunas costeras que las ballenas grises utilizan para parir. Las ballenas grises en movimiento a través de la zona de la actividad de dragado, pueden mostrar alguna reacción ante el sonido de la draga de acuerdo con los criterios de Southall. En todos los casos, se espera que la respuesta en el comportamiento de las especies dentro de la zona de influencia del proyecto, sea a través de reacciones menores como la indiferencia o alejándose de la embarcación.

Las medidas de prevención y mitigación que se propone implementar con el fin de no causar afectaciones a la comunicación de las tortugas marinas, debido a la contaminación acústica por las actividades de dragado, se describen en apartados anteriores en medidas de prevención, compensación y mitigación del **Programa de Monitoreo Acústico en el Medio Marino para la Protección de la Fauna Marina**, (ver Capítulo VI).

Considerando lo anterior, el impacto es negativo, y la escala espacial del impacto se considera a nivel del SAR. La duración se considera de corto plazo; sin embargo, con la adecuada implantación de las medidas de mitigación, se espera que no se vean afectados los individuos de especies de tortugas marinas, con lo cual este impacto se mitiga.

Impacto Ambiental

Afectación a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de partículas suspendidas y gases de combustión.

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Aire	0.313
FACTOR	ETAPA
Calidad	Operación

Se considera la contaminación a la atmósfera por generación de partículas suspendidas y gases de combustión durante toda la etapa de operación. Como se ha establecido en el capítulo II, las necesidades energéticas para poner en marcha el conjunto de dragado, y para llevar a cabo las acciones para el Proceso de preparación para el transporte, serán de aproximadamente 13.3 toneladas de combustible por hora, lo cual dará lugar a un aumento en las emisiones de gases de combustión y partículas suspendidas. Las emisiones de diesel contienen más de 40 diferentes componentes identificados como tóxicos, por ejemplo, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, etc. Para minimizar este impacto, el proyecto contará con un **Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera**.

Además de causar la contaminación del aire, las emisiones de la infraestructura del proyecto contienen gases de efecto invernadero, un contribuyente al calentamiento global. Se espera que este impacto será negativo y puntual, ya que ocurrirá en el área del proyecto pues en la zona existen altas velocidades de viento con lo cual los niveles de partículas suspendidas y emisiones de gases de combustión se dispersarán rápidamente; por lo tanto, no se prevé que se presenten cambios adversos al estado inicial de los receptores ambientales, sociales y económicos a largo plazo.

Impactos Ambientales

Perdida o afectación de individuos de especies de ictiofauna

COMPONENTE		INDICE DE INCIDENCIA
Fauna marina		0.375
FACTOR	ETAPA	
Individuos de especies de ictiofauna	Operación	

Como ya vimos anteriormente, el proyecto puede afectar el hábitat de los organismos bentónicos en la zona del proyecto y con ello, sin duda, se verían afectados los individuos de especies de ictiofauna. Diversos estudios han encontrado relaciones entre algunos parámetros de la estructura íctica y características relacionadas al hábitat, como la cobertura de las diferentes categorías de sustrato (fauna bentónica y algas), la profundidad y la complejidad estructural del sustrato. Las variaciones encontradas entre las diferentes localidades, no parecen tener clara esta relación. Sin embargo, al estar la ictiofauna asociada a este ambiente, se pueden desencadenar diferentes respuestas por parte de estas especies. Asimismo, aludiendo al principio precautorio, se establece que el grado de afectación del fondo marino afectará la riqueza y abundancia de estas especies.

Por otro lado, durante las actividades del proyecto, podrían ocurrir derrames de combustibles lo cual, como ya vimos, podría reducir la distribución local de organismos bentónicos y a su vez, limitaría las zonas que proporcionan cobijo a la ictiofauna, toda vez que estos lugares son utilizados por los alevines de los peces como zonas de alimento. Por tanto, el proyecto contempla llevar adecuadamente los lineamientos de **MARPOL** donde se establecen medidas de almacenamiento y suministro de combustible seguro.

El riesgo latente de la pluma de dispersión en el área del proyecto puede afectar a los organismos bentónicos, ya que sirven de alimento a peces y oxigenan la parte inferior de la columna de agua. En este sentido, como se determinó anteriormente, el área del proyecto se considera con alto nivel de energía en la columna de agua donde existe un patrón de corrientes y mareas que permiten mantener la calidad del agua. De cualquier modo, como

principio precautorio el proyecto plantea el **Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**, que incluye acciones de monitoreo para este tipo de especies, con el cual se espera minimizar cualquier afectación que pudiesen tener las mismas.

De acuerdo con lo anterior, este impacto es negativo, y la escala espacial del impacto será limitada al área del proyecto por el comportamiento de la pluma de dispersión. La duración se considera de corto plazo.

Impacto Ambiental

Afectación a la actividad pesquera.

COMPONENTE	INDICE DE INCIDENCIA
Socioeconómico	0.25
FACTOR	ETAPA
Actividades pesqueras	Operación

Por último, habrá que considerar si los efectos sobre las funciones del ecosistema acuático del proyecto podrían generar también resultados en contra de la disponibilidad de biomasa pesquera aprovechable por la pesca de subsistencia y de autoconsumo que practican los pobladores. La forma de evaluar este impacto es conocer si la zona del proyecto se ubica dentro de las zonas pesqueras que la literatura y el conocimiento de la zona han reportado. Como se reportó en el capítulo II, el proyecto se desarrolla fuera de las zonas establecidas de pesca, como se define en la documentación proporcionada por la CONAPESCA, con base en la considerable distancia del proyecto respecto de la costa (Ver siguiente figura).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

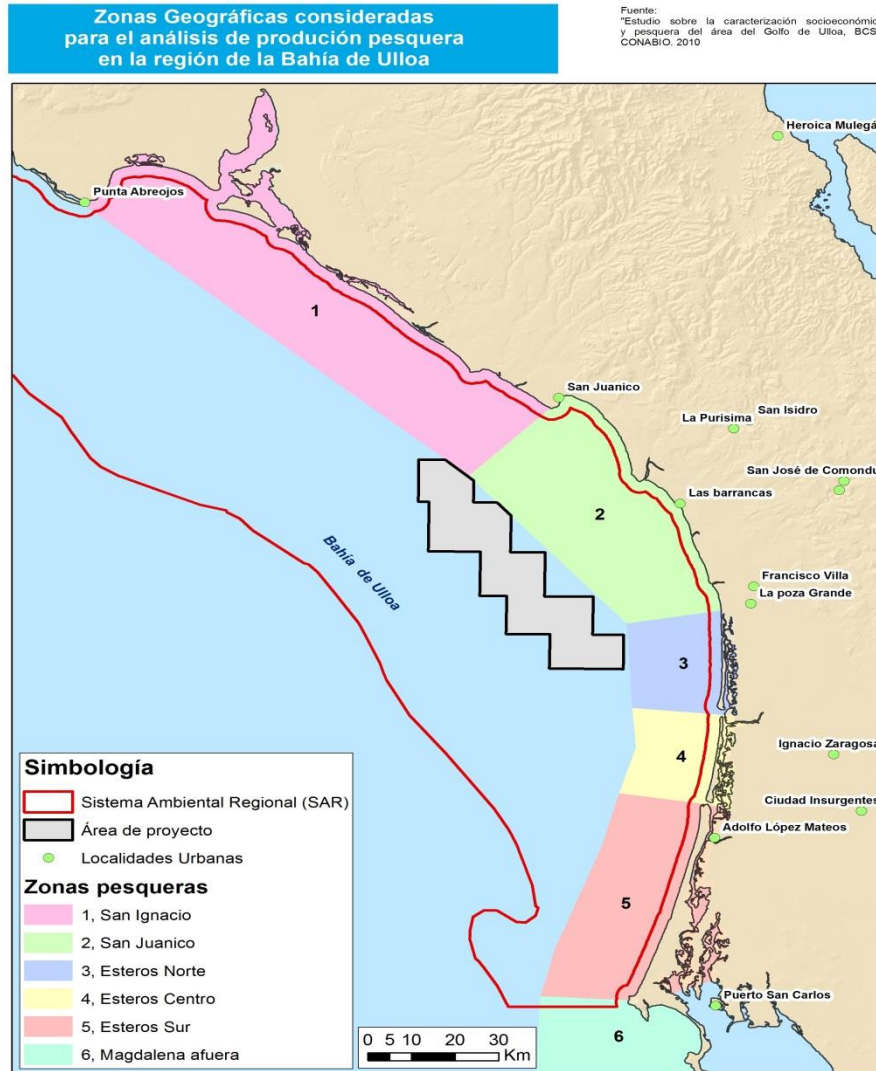


Figura V.60. Zonas geográficas de producción pesquera en la región de la Bahía de Ulloa.

El dragado y el procesamiento de arena fosfática en el lugar del proyecto no tendrán impactos significativos en las actividades de pesca artesanal o comercial en la costa o fuera de la costa. Toda la dispersión de las plumas estará limitada a las áreas de la pesca de bajura, las cuales se extienden de forma general en orientación paralela a la costa. Por lo tanto, las plumas siempre estarán aisladas con una distancia significativa de la costa y pesca en aguas profundas. Esto significa que no habrá ningún impacto en dichas actividades de pesca. Para las actividades de pesca de altura, como se describió de forma explícita en la presente MIA-R y documentos suplementarios, la draga avanzará a velocidad muy baja, mientras que la embarcación de

procesamiento va a permanecer estacionaria la mayor parte del tiempo. Ya se describió previamente el alcance espacial de las plumas generado durante el dragado y operaciones de procesamiento de las arenas fosfáticas. Con la ayuda de las últimas soluciones de ingeniería para descargar a mayores profundidades, las plumas serán menores que las que se describieron originalmente. Por lo tanto, no habrá ningún impacto en los peces o invertebrados en la columna de agua superior a más de 70 metros. Además las plumas cubrirán una huella inferior, más reducida, y de esta forma se producirán exposiciones mínimas a los organismos demersales.

De la misma forma que en las operaciones de dragado alrededor del mundo, se deben mantener zonas de amortiguación durante las operaciones de trabajo. Se extenderá para las operaciones una zona de amortiguación segura y adecuada de aproximadamente dos kilómetros en todas direcciones a partir de la draga y embarcaciones de procesamiento. Se tomarán precauciones adicionales para no cruzar la vía de la draga en movimiento. En un momento dado, las dimensiones de las zonas de amortiguación seguras representan una pequeña área excedente en comparación con el área total de la concesión y un área insignificante de las aguas costa-afuera disponibles para las actividades de pesca.

Además de establecer zonas de amortiguación seguras, habrá constante coordinación entre las embarcaciones de dragado y procesamiento y se le avisará a cualquier embarcación pesquera que operen cerca a través del radio y anuncios en frecuencias predeterminadas. No se interferirá en ningún momento en la conducta de las actividades de la pesca de arrastre. Las embarcaciones de dragado y procesamiento cumplirán con todas las regulaciones de seguridad internacionales y mexicanas para las operaciones marinas que incluyan las actividades de pesca comercial y recreativa y también se apegarán a todas las reglas de navegación. Por ejemplo, ambas embarcaciones tendrán iluminación adecuada y prominente durante las operaciones de noche para asegurar la visibilidad. El dragado se realiza cerca de las actividades de pesca en todo el mundo con un efecto mínimo. Las redes de anclaje y deriva se pueden utilizar en el área general de las operaciones de dragado y procesamiento y sus ubicaciones exactas deberán ser comunicadas a los capitanes de las embarcaciones y el engrane de pesca debe estar marcado de forma clara y debe ser monitoreado todo el tiempo.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Los estudios y modelos realizados para el proyecto que nos ocupa, demuestran que los sedimentos no son tóxicos, ni solubles y además se sedimentan en la zona inmediatamente bajo la draga y la barcaza y sus áreas adyacentes; además de esto, la pluma de dispersión se dispersará a una media de 2.5 kilómetros, hasta diluirse en los niveles de referencia que son, para este caso, los niveles naturales del agua marina.

El tipo de draga a emplear es el mismo que se ha venido utilizando en diversos proyectos de dragado por toda la costa mexicana, incluidos ríos, deltas, playas y puertos en los últimos veinte años. Tan sólo la empresa DRAGAMEX ha realizado en este periodo 220 proyectos de dragado en las aguas territoriales mexicanas, todos con MIA aprobada y ninguno con impacto negativo al medio ambiente. En la actualidad, en Estados Unidos hay cerca de 120 dragas de succión operando sin efectos nocivos para los ecosistemas regionales; en el Reino Unido hay más de treinta.

Las afectaciones de este tipo de operaciones han sido monitoreadas y estudiadas ampliamente en todo el mundo, incluyendo los diversos impactos medioambientales.

Las operaciones de dragado y la pesca son actividades que en numerosas ocasiones se superponen en sus espacios geográficos. La coexistencia de ambas actividades es una práctica normal y habitual en todas las partes del mundo.

Los amplios estudios realizados sobre los posibles impactos del proceso de dragado sobre la industria pesquera regional, teniendo en cuenta la experiencia de Japón, Reino Unido, Holanda y Estados Unidos, garantizan la no afectación sobre este tan importante rubro para la economía de Baja California Sur.

En conclusión, no hay ninguna razón que esté sustentada en información científica que muestre que haya conflicto entre las operaciones de dragado y procesamiento de arenas fosfáticas del proyecto y las actividades de pesca en la región local, ni en las de altura ni en las de bajura, así como no pone en ningún momento en riesgo ninguna de las certificaciones de pesca sostenible.

Cualquier impacto potencial en esta zona pobre, en comparación con otras áreas de la Bahía de Ulloa, se ceñirá a una huella en el Área de Dragado Activa (ADA), limitándose a una zona restringida de descarga de arena y cochas bajo la barcaza y de descarga de la draga. Estudios

detallados en base a las condiciones ambientales de la zona y el conocimiento amplio obtenido por dragados de este tipo en todo el mundo demuestran lo siguiente:

El efecto “primario” del dragado se confina al área inmediatamente bajo la cabeza de la draga. Esta área es un área muy pequeña, inferior a 2km² por año y se realizaría en un área que se ha demostrado pobre en comparación con otros sectores dónde no hay arenas fosfáticas.

El efecto “secundario” es la deposición de sedimentos y su resedimentación durante el proceso de dragado y cribado, que se confinará a una zona entre 3 y 4 kilómetros desde el punto de descarga. Si tenemos en cuenta que la zona de trabajo se encuentra a 40 kilómetros de la costa, no es posible que los efectos ni primarios ni secundarios afecten en ningún caso a las pesquerías que se realizan en la costa.

Los efectos de los sedimentos en la columna de agua igualmente se restringen a la zona inmediata de la draga y la barcaza de proceso, tenemos que destacar que la descarga se realizará por debajo de la zona eufótica, dónde la mayoría del fitoplancton se desarrolla. Por lo tanto es altamente improbable que se produzcan impactos en los peces que estén en estado larvario (ictioplancton) en toda la Bahía de Ulloa, máxime si tenemos en cuenta la alta tasa de producción de este ictioplancton en las aguas costeras y comparativamente la pequeña área de dispersión de la pluma de sedimentos.

Es muy importante mencionar en este punto que los videos grabados sobre el depósito y la futura zona de dragado, han revelado ausencia de fauna marina y por tanto, de especies de interés para la pesca. De cualquier manera, en el siguiente capítulo se propone el **Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**. Por lo tanto, este impacto se considera a nivel SAR, de bajo impacto y de duración a corto plazo.

V.4.2. Otros Impactos

Afectación a individuos de especies de aves marinas.

La Bahía de Ulloa es reconocida por su biodiversidad producto de la presencia de aguas cálidas y frías y por la presencia de surgencias, que desarrollan volúmenes de alimento que sirve de base para la cadena alimenticia.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Con respecto a las medidas específicas para aves marinas, es necesario mencionar que el dragado por succión no implica ningún riesgo de comprometer a estos ejemplares durante las operaciones de la draga.

Del mismo modo, el desarrollo del proyecto no afectará áreas de anidación, ya que éstas se encuentran en islas o en la parte continental. Tampoco afectará áreas de alimentación de las aves catalogadas en alguna categoría de riesgo, ni de aves que no se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, por principio precautorio, el proyecto tomará medidas preventivas que se detallan en el siguiente capítulo en el **Programa de Protección de Aves Marinas**.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

V.5. Resumen de Impactos Ambientales

Impacto	Escala espacial	Duración	Índice de Incidencia	Receptores
Afectación a la distribución local de organismos bentónicos	Nivel Área del proyecto	Mediano plazo (2-3 años)	0.75	Servicios del Ecosistema Componentes de Biodiversidad
Pérdida del hábitat	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.75	Servicio de aprovisionamiento de hábitat. Servicio de apoyo en el ciclo de vida de las especies.
Pérdida de individuos de especies de tortugas marinas	Nivel SAR	Corto plazo	0.688	Componentes de Biodiversidad
Alteración en la calidad del agua marina	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.688	Servicios de regulación de calidad del agua
Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.688	Componentes de biodiversidad. Servicio de apoyo: en el ciclo y movimiento de nutrientes.
Afectación a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de partículas suspendidas y gases de combustión	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.313	Servicios de regulación calidad del aire
Contaminación submarina por ruido	Nivel SAR	Corto Plazo	0.438	Servicios del ecosistema
Cambios en la topografía del fondo marino	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.5	Servicio de aprovisionamiento de hábitat. Servicio de apoyo en el ciclo de vida de las especies.
Alteración en la composición y transporte de sedimentos	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.688	Servicios del Ecosistema

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Impacto	Escala espacial	Duración	Índice de Incidencia	Receptores
				Servicios de Regulación
Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilaginosos (elasmobranquios)	Nivel SAR	Corto plazo	0.375	Servicios del ecosistema, componentes de biodiversidad
Alteración en la productividad primaria	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.438	Servicios del Ecosistema Servicios de regulación (ciclo y movimiento de nutrientes) Componentes de Biodiversidad
Pérdida de individuos de especies de ictiofauna	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.375	Componentes de Biodiversidad
Afectación a la actividad pesquera	Nivel SAR	Corto plazo	0.25	Componente de bienestar humano: Bienes materiales básicos
Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas	Nivel Área del proyecto	Corto plazo	0.25	Componentes de Biodiversidad

V.6. Impactos Residuales y Acumulativos

V.6.1. Impactos Residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del REIA, se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales. Es por ello que se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aun con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental ya que, en última instancia, representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente. En consecuencia, el resultado de esta sección aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiéndose por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función del atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, es decir, que los factores no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación de los impactos. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará los impactos ambientales residuales presentados a continuación:

Impactos residuales

Impacto	Recuperabilidad (Rc)
Afectación a la distribución local de organismos bentónicos	3
Pérdida del hábitat	3
Alteración en la composición y	3

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Impacto	Recuperabilidad (Rc)
transporte de sedimentos	
Cambios en la topografía del fondo marino	3

Partiendo del hecho de que el fondo marino es uno de los principales agentes dinámicos de los cuales depende el grado de degradación o estabilidad de un área marina, los impactos residuales son aquellos que se encuentran, directa o indirectamente, relacionados con los cambios que ocurrirán en el fondo marino por la actividad directa de dragado y la operación del sistema “overflow” tanto de la draga como de la barcaza; es decir, son los que se derivan a partir de la pluma pasiva y activa de sedimentos. Principalmente por esa razón, se integró la variable del cambio en la topografía del fondo marino y alteración en la composición y transporte de sedimentos. En este sentido, el proyecto ha contemplado dos programas clave para compensar y mitigar en la medida de lo posible dichos impactos; a saber, **“El Programa de Restauración del Fondo Marino”** y el **“Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino”**, con la finalidad de obtener un diagnóstico más aproximado de cada uno de los sectores del proyecto, así como para obtener un posible escenario de las tendencias hacia futuro con y sin la implementación del proyecto.

V.6.2. Impactos Acumulativos.

Al igual que con los impactos residuales, la fracción V del Artículo 13 del REIA, establece que se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos; es por ello que se dedica la presente sección a su análisis.

Halpern *et al.*, han desarrollado un método para la estimación de los impactos acumulativos en ecosistemas marinos por actividades humanas, el cual está basado en la evaluación de los

siguientes criterios, mismos que utilizaremos en el presente análisis de impactos acumulativos:

- **Actividades humanas**
- **Presiones**
- **Estado**
- **Impactos**
- **Vulnerabilidad del ecosistema**

Actividades humanas que influyen el ambiente: Pesca, dragado.

Para evaluar los impactos acumulativos, y de acuerdo con la descripción del SAR del proyecto, consideraremos a la pesca como la actividad que ejerce fuerte presión en el SAR y en el dragado, por ser la actividad principal que el proyecto desarrollará. En ambas actividades, es importante considerar su intensidad. La actividad pesquera en el SAR y los factores de estrés en el ecosistema marino juegan un papel muy importante en el SAR, donde las pesquerías son intensas. En la siguiente figura, se pueden observar las zonas pesqueras dentro del SAR y la zona de dragado propuesta por el proyecto. Se ha documentado una alta incidencia en la interacción y muerte de tortugas por artes de pesca, el cual presenta condiciones oceanográficas que inducen una alta productividad y biodiversidad, con una alta concentración de langostillas, principal alimento de las tortugas caguamas. Esta productividad hace coincidir a los pescadores ribereños en actividades de pesca en las zonas de alimentación de tortugas, en especial en un área denominada como “Bajo 23”. Ambas actividades ocurren en el verano de cada año y coinciden con varamientos de tortugas y otras especies en la playa en un área de 43 kilómetros de Playa San Lázaro. Los varamientos han mostrado aumentos progresivos, ya que en su área de agregación la caguama o tortuga amarilla está sujeta a diferentes amenazas como son la presencia de depredadores, la captura incidental en actividades pesqueras industriales que se dan en alta mar, el tráfico de embarcaciones, la captura incidental por ciertas artes de pesca utilizadas por pescadores ribereños y la captura deliberada para consumo humano. En Baja California Sur en particular, hay una tradición de consumo de la carne de la tortuga marina.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

De todas las actividades descritas en el párrafo anterior, la captura incidental en la pesca local contribuye de manera importante a la mortalidad observada de tortugas amarillas y es una de las principales causas de impacto en las poblaciones de esta especie que se localiza en el SAR, pues en el verano se incrementa de manera importante la actividad pesquera que coincide con la época del año en que la tortuga se concentra en la misma área, atraída por las especies que representan su principal alimento como es la langostilla, especie que al mismo tiempo atrae a diversas especies de peces de interés comercial.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

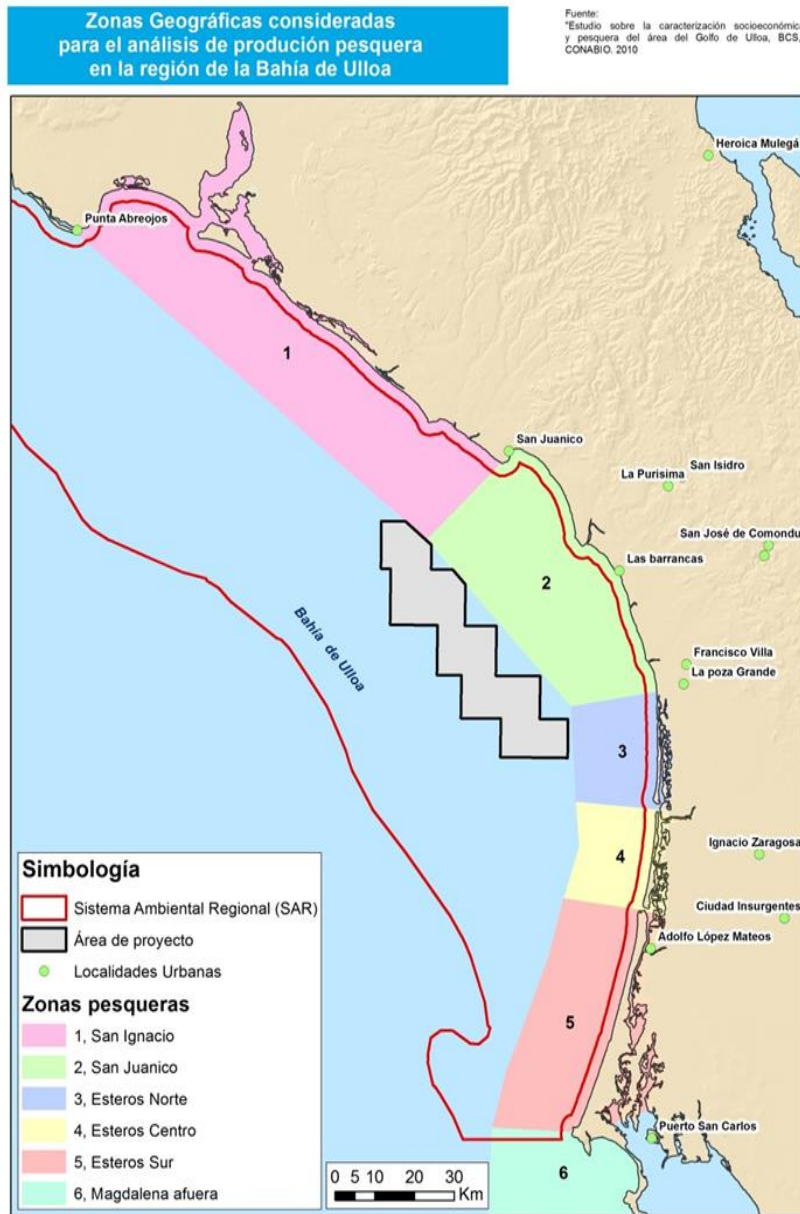


Figura V.451. Relación de actividades en el SAR (actividad pesquera actualmente desarrollada y propuesta de zona de dragado para el proyecto).

Presiones:

Consideraremos las siguientes presiones que cada una de las actividades involucradas ejercen sobre el ambiente y las cuales se intersectan: Calidad de Agua, Fauna Marina, Generación de Ruido, etc.

En el proyecto, ya se han analizado las posibles implicaciones sobre la fauna marina que se podrían generar por el desarrollo del mismo, y se han establecido medidas precautorias y de mitigación para evitar posibles afectaciones. Con relación a la actividad pesquera, ya se ha señalado el conflicto entre la pesca costera demersal con red de arrastre y la conservación, debido a la degradación de ecosistemas marinos que causan las redes y por la captura incidental de tortuga amarilla. Por lo tanto, se reconoce la interacción de la pesca comercial de escama, tiburones y rayas con especies de interés para la conservación como ballenas, delfines, lobos marinos y tortugas marinas, y se destaca la incidencia de tortugas caguamas y golfinas en redes escameras y tiburonerías de fondo y superficie, palangres de superficie y de fondo, y simpleras.

Estado:

Se refiere a la línea base de caracterización biótica, abiótica y al diagnóstico ambiental reportado en el capítulo IV con relación a la ausencia/presencia de comunidades bióticas, hábitat, presencia de especies en NOM-059-SEMARNAT-2010, componentes estructurales y/o funcionales, etc. En este sentido y de acuerdo al capítulo IV, tenemos que en el SAR, la diversidad, riqueza y abundancia hacen de la bahía de Ulloa un lugar atractivo para muchas especies. La variabilidad estacional que presenta es debida a su ubicación en la zona de transición biogeográfica del Pacífico, donde ecológicamente se da la oportunidad para especies superiores de encontrar alimento variado y abundante. Asimismo, en el SAR actualmente existe un conflicto ya histórico entre las actividades pesqueras y la conservación de la tortuga en la región. En el caso muy particular de la Bahía de Ulloa, el proyecto se enfoca al dragado de sedimentos con un alto contenido de fosfatos, llamadas arenas fosfáticas. El

fondo marino que tiene estas características presenta una baja diversidad y abundancia de especies comparada con las zonas donde se llevan a cabo las actividades pesqueras, como se pudo constatar con la revisión de las imágenes tomadas con cámaras submarinas.

Vulnerabilidad

Las especies vulnerables están expuestas a una serie de presiones, perturbaciones e imprevistos, que no les permiten cumplir con sus funciones ante la incapacidad de anticiparse y superar estas dificultades. El nivel de vulnerabilidad de la especie lo determinan sus características de historia de vida, que influyen directamente en la sobrevivencia y reproducción de las poblaciones, como su madurez sexual, la fecundidad, la sobrevivencia específica de cada estadio, el número de episodios reproductivos, así como el tamaño de la descendencia. Todas estas características han evolucionado en respuesta a ciertas presiones de selección natural y en conjunto dan a la especie un nivel de respuesta para mantener los números de sus poblaciones ante las amenazas.

Longevidad:

Los animales marinos longevos tienden a ser particularmente vulnerables a una mortalidad excesiva o un rápido colapso poblacional, en cuyo caso pueden tardar décadas en recuperarse. En el caso de las tortugas marinas, se han reportado hembras anidando por periodos de 14 a 22 años, por lo que el monitoreo de una sola generación de las poblaciones del Caribe requiere de 35 años aproximadamente.

Baja tasa intrínseca de crecimiento poblacional:

Se considera que la vulnerabilidad de una población es inversamente proporcional a la tasa intrínseca de incremento (r), y se considera a los grupos con tasas anuales de incremento $<10\%$ como de mayor riesgo. Este grupo incluye a todas las tortugas marinas.

Utilización de hábitats críticos múltiples:

Tratándose de una especie altamente migratoria, su desarrollo se lleva a cabo en diferentes hábitats dependiendo de la etapa de vida en que se encuentre. Al abandonar la playa de su

nacimiento, las crías entran a las grandes corrientes oceánicas, donde pasan un número indeterminado de años posteriormente, juveniles, subadultos y adultos ocupan hábitats neríticos y costeros para su alimentación, y las hembras adultas utilizan playas para anidar.

Comportamiento migratorio:

Dentro de su ciclo de vida, la tortuga caguama realiza algunas de las migraciones transoceánicas más largas documentadas para un vertebrado, llegando a recorrer hasta miles de kilómetros a través de las cuencas tanto del Pacífico como del Atlántico.

En el SAR ya se han realizado evaluaciones sobre la distribución y vulnerabilidad relativa de los ecosistemas marinos de la corriente de California, ya que éstos juegan un papel importante en la producción de la variación espacial observada en el efecto acumulativo. Por ejemplo, tanto a escala mundial como el presente análisis, la baja vulnerabilidad de los ecosistemas de fondos blandos crean un impacto bajo en la mayoría de los lugares que se encuentren, incluso en los casos afectados por múltiples actividades humanas superpuestas (Halpern et al. 2007, 2008c). Esto es importante de considerar ya que el fondo marino donde se encuentra el proyecto es fondo blando, al contrario de donde se ubica la actividad pesquera, la cual puede abarcar desde fondos blandos hasta fondos duros. Por último, los expertos han asignado puntuaciones de vulnerabilidad en un tipo determinado de ecosistema a lo largo de la corriente de California, y las han combinado en una puntuación de vulnerabilidad individual, que puede sostenerse por sí misma como un índice de vulnerabilidad de los ecosistemas de acuerdo a una actividad estresante, pero que también se utiliza como el "grado de impacto" dentro del análisis de impactos acumulativos. Con base en los resultados del modelo de impactos acumulativos a lo largo de la corriente de California, se ha determinado que aun cuando las puntuaciones de impactos fuesen altas para ecosistemas de fondos blandos, el posible alto valor del impacto influye poco. Por el contrario, en los fondos duros que son de los más vulnerables, se producen impactos fuertes, siempre y cuando en éstos fondos se hallen en ecosistemas con alta biodiversidad. En este sentido, cabe destacar que la zona donde se ubica el proyecto corresponde a un fondo blando, contrario a lo que ocurre con las zonas donde se desarrolla la actividad pesquera que presenta variabilidad del fondo marino. Por último, los resultados de gestión dentro de la Corriente de California muestran los factores de estrés que están teniendo el mayor impacto y los ecosistemas que están gravemente afectados, en el cual

se ha calificado el SAR del proyecto como un valor que va de medio a bajo (Halpern y Kappel, 2008). Sin embargo no se prescriben acciones concretas, sino que se proporciona información que puede ayudar a mejorar la racionalidad, eficacia y eficiencia de la gestión en la toma de decisiones.

Impactos

De forma análoga a los impactos residuales, las actividades de dragado producirán una movilización de sedimentos, donde crearán un incremento de sólidos en suspensión, turbidez y resuspensión de posibles contaminantes, etc., que al ser transportados por las corrientes de la marea, pueden llegar a afectar otras zonas. Es importante considerar que en el SAR del proyecto se han dado casos de varamientos de tortugas, en los cuales actualmente existe una disertación sobre las posibles causas de estos sucesos. En revistas científicas se señala que la causa principal de muerte de la *Caretta caretta* es la pesca incidental (Encino, junio 2013, La Jornada), mientras que las autoridades afirman que la causa no es la pesca incidental, sino que puede deberse a floraciones algales nocivas (PROFEPA, marzo 2014). Considerando lo anterior, se evaluaron las posibles contribuciones que pudiera tener el desarrollo del proyecto en la producción de fitoplancton, los cuales se ha fundamentado a través de análisis de sedimentos y calidad de agua, así como del modelo de la pluma de dispersión, que aun cuando existe esa posibilidad ésta no es significativa. De acuerdo con las dos actividades que estamos considerando en el SAR del proyecto, los siguientes son los impactos acumulativos.

Tabla V. 208. Impactos acumulativos que se podrán generar con el proyecto.

Impacto	Acumulación (A)
Pérdida de individuos de especies de tortugas marinas	3
Contaminación submarina por ruido	3
Perdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna	3
Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilagosos (Elasmobranquios)	3

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Impacto	Acumulación (A)
Afectación a la actividad pesquera	3

Como se ha mencionado anteriormente, la causa más importante de mortalidad de tortugas y los mamíferos marinos, la representa la captura incidental en prácticas de pesca ribereña, pesquerías industriales, la captura deliberada para consumo humano y la contaminación. En esta zona se ha detectado pesca ilegal, sobrepesca y uso de redes de arrastre no permitidas, y la contaminación por las descargas de aguas negras e industriales. Actualmente existe actividad cinegética sin estricta regulación (Bermúdez-García, y otros, 2013). Entre otras actividades y eventos que pueden afectar a estos organismos, son la observación de ballenas, la presencia de florecimientos algales nocivos, el ruido producido por las embarcaciones y la construcción así como la navegación de grandes buques.

Debido a que el proyecto se encuentra fuera de las principales áreas de pesquería, las amenazas que enfrentarían las tortugas, sería la succión incidental por el uso de la draga si se corrobora que el área del proyecto tiene una importante cobertura de forrajeo para estas especies. De ser así se tendría que optar por el uso de medidas como el tipo de dragado, uso de deflector de tortugas, captura y reubicación de tortugas. En cuanto a la fauna marina y los efectos del sonido submarino, los escasos estudios han indicado que es muy poco probable que el sonido bajo el agua pueda causar lesiones, debido a que es poco probable que la fauna marina se encuentre expuesta por un periodo prolongado. En comparación con otras actividades que generan sonido bajo el agua, el dragado está dentro del rango inferior de presión sonora emitida (CEDA, 2011).

Los impactos potenciales que se podrían derivar del dragado en el proyecto para las especies epibentónicas de la zona (invertebrados que viven en el lecho marino), especies demersales (que se mueven por el fondo) y especies pelágicas (que se mueven libremente en la columna de agua) de peces, tortugas marinas y mamíferos marinos pueden ser identificados con un alto nivel de precisión. Como ha expresado en la presente MIA-R, los impactos potenciales se pueden categorizar en función de la alteración del hábitat y la exposición a la sedimentación,

sedimentos suspendidos, turbidez, alteración de la calidad del agua, succión o sonido. Las escalas de estos impactos se han establecido en función del conocimiento de los procesos de dragado y de la información disponible para los tipos de especies que nos ocupan.

Dado que los organismos que habitan la Bahía de Ulloa tienen comportamientos y hábitats diferentes, debemos identificar el potencial impacto en estas especies en función de cada grupo taxonómico de manera separada.

Epibentos. Los organismos epibentónicos pasan una gran parte de su vida ligados al lecho marino. Las preocupaciones para la protección de los grandes recursos pesqueros se alinean para proyectos como es el caso de “Don Diego”; por ejemplo, la pesquería del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*), es la especie más común y comercial de la región de Baja California (Ibarra y Soberon 2002). Las pieles secas de los pepinos de mar son unos recursos que se exportan al mercado del sudeste asiático y japonés. Las pesquerías de pepinos de mar están presentes en casi todos los mares del mundo, y en el caso de México, se establecieron en los años 80. Estos organismos han sufrido una severa sobrepesca en todo el mundo (Uthicke y Benzie, 2001), lo que también es aplicable a las pesquerías en aguas mexicanas (Conand y Bryne 1993), Ibarra y Soberon 2002).

Otro dato importante es que los pepinos de mar tienen un lento crecimiento y un alto grado de mortalidad. Herrero-Perezrul et al. (1999) reportaron que la especie *Isostichopus fuscus* llega a su madurez a los cuatro o cinco años de edad. Donde la mayor parte de los especímenes estudiados en la Isla del Espíritu Santo tenían menos de siete años, aunque se encontraron algunos individuos de 35 años de edad. Se estimó que menos del 20% de la población estudiada había alcanzado la madurez.

Con respecto al área del proyecto, los impactos en las pesquerías del pepino de mar serán mínimos. Se sabe que el hábitat preferido *Parastichopus californicus* se extiende desde la línea de costa hasta aproximadamente los 40 metros (Herrero-Perezrul et al. 1999), hay que destacar que su hábitat se extiende por encima del área de desarrollo del proyecto. De acuerdo con las publicaciones de Ibarra y Soberon (2002), la mayor parte de las zonas de pesca de los pepinos de mar se localizan en el Golfo de California, lo que reduce el conflicto de

las actividades del proyecto con las pesquerías. Habitan en los sedimentos, muy a menudo semienterrados, sus estrategias de alimentación requieren la adaptación para grandes tolerancias a la exposición a los sedimentos suspendidos. El área de alto riesgo identificada, sería directamente bajo la zona de descarga de la barcaza donde las tasas de sedimentación son muy elevadas y pueden cubrir a los pepinos de mar sin que tengan oportunidad de migrar por encima del material depositado, pero esto ocurriría en espacios determinados y con radios de un máximo de 5 cm tal y como se demuestra en la presente MIA-R, lo que hace que sea altamente improbable que este nivel de sedimento provoque mortandad entre los pepinos de mar.

Peces Demersales. Los peces demersales también pasan una gran parte de su ciclo de vida asociados al lecho marino. Los ejemplos principales lo constituyen las especies de mantas, rayas, algunos tiburones, peces cartilagosos, peces planos y peces asociados a cuevas o rocas. Ejemplos de estas especies cartilaginosas son *Raja inornata*, *Dasyatis brevis*, *Squatina californica*, *Atractoscion nobilis*, *Sebastes goodei* y *Citharichthys fragilis*, entre otras. Los demersales presentan una amplia variedad de estrategias de alimentación, que van desde el procesado del sedimento, la extracción de los invertebrados, la caza de cangrejos y gambas o la persecución y caza de pequeños peces.

A menos que se queden ligados a arrecifes o hábitats de grandes rocas, los peces demersales tienen gran movilidad. Hay que destacar que el proyecto no se realizará sobre rocas o arrecifes, esto permite que los peces puedan moverse y no exponerse directamente a la pluma de sedimentos. En el caso de que se encuentren con la pluma de sedimentos, serían encuentros puntuales de corta duración, lo que asegura que no se producirían efectos fisiológicos como la abrasión de las agallas.

Muchos peces demersales detectan a sus presas usando su aparato olfativo más que sus órganos visuales, con lo que el efecto de la turbidez no provocaría un impacto en su capacidad para alimentarse. En este punto hay que destacar que no todas las especies evitarían la pluma de sedimentos, de hecho, muchas especies demersales se sienten atraídas hacia los sedimentos que se alteran o remueven (como las plumas que se generan por el efecto de las

actividades de pesca de arrastre) para alimentarse por los organismos que son arrastrados y resuspendidos sobre el lecho marino.

Peces pelágicos. Los peces pelágicos tienen una gran diversidad de especies que pasan la mayor parte de su vida nadando a través de la columna del agua. Ejemplos de estos son: *Manta birostris*, *Sphryna tiburo*, *Sardinops sagax*, *Scomber japonicus* y *Hyporhamphus rosae*.

Durante las etapas juveniles y adultas tienen una alta movilidad y pueden evitar fácilmente las plumas de sedimentos suspendidos mucho antes de que les pueda causar daño fisiológico. Incluso en los peores escenarios, los peces pelágicos estarían expuestos a estas condiciones en periodos muy cortos de tiempo. Tal y como se observa en la literatura científica (Wilber y Clarke 2001), incluso los peces confinados en aguas someras como los estuarios, no se esperan que estén expuestos a cantidades de sedimento suspendido como para sufrir cambios drásticos en su comportamiento o efectos subletales. Sin embargo se ha observado que someter a especies pelágicas a concentraciones extremadamente altas de sedimentos suspendidos podría causar la mortalidad en algunas especies que son expuestas por un largo periodo de tiempo (generalmente más de 24 horas) en condiciones de laboratorio. Las mortalidades nunca se han documentado en las zonas de dragado donde se han extraído sedimentos limpios.

Otro tipo de alteraciones, como las derivadas de la visualización de la presa dentro de la pluma de turbidez, será de corta duración. En zonas de aguas relativamente profundas como es el caso de las del proyecto, los peces que emplean la visión para la captura de sus presas, fácilmente evitarían la pluma.

Se han analizado los impactos de la generación de ruidos intensos y el daño que hacen a los peces, estas fuentes de ruido han sido pulsos acústicos asociados con labores de pilotaje o sistemas de construcción. El sonido subacuático que se genera en el proyecto será menos intenso que el sonido continuo de las actividades anteriormente señaladas. Los datos científicos disponibles sobre este tipo de estudios (Popper et al. 2014) proporcionan una guía para identificar los posibles impactos derivados del sonido submarino sobre los peces.

El impacto del sonido en peces con capacidades auditivas y poseedoras de vejiga natatoria (la categoría más sensible) pueden sufrir mortalidad o daños serios si se expusiesen a picos de sonido por encima de 207 dB o un efecto acumulativo constante por encima de 210 dB. Los efectos acumulativos con sonidos por encima de 186 dB podrían causar afecciones a la capacidad auditiva. A niveles por debajo de 186 dB los efectos se limitarían al enmascaramiento de respuestas del comportamiento a distancias cortas de la fuente de sonido. Cabe señalar que los sonidos generados por las actividades del proyecto, se hallan bien por debajo de los niveles que pueden causar cambios en el comportamiento en el corto plazo, como sería evitar la zona.

Se han identificado ciertas inquietudes acerca de los impactos del sonido sobre peces pelágicos, especialmente los atunes y los elasmobranquios que sostienen a las pesquerías en aguas mexicanas. En los Estados Unidos se están realizando importantes investigaciones a fin de reducir la captura accidental de tortugas marinas durante la pesca de atún y tiburón. Las investigaciones más recientes buscan impedir, mediante estímulos visuales, olfativos y auditivos, que las tortugas se acerquen a los anzuelos cebados, sin afectar las tasas de captura de los peces objetivo (Bartol y Ketten 2006, Song et. al. 2006, Southwood et al. 2008). Estos estudios indicaron que el atún tiene capacidades auditivas muy similares a las de las tortugas marinas. Por ejemplo, Bartol y Ketten (2006) demostraron que el atún aleta amarilla presenta una audición de entre 200 y 700 Hz, con una sensibilidad pico entre 400 y 600 Hz. Estos resultados coinciden con investigaciones anteriores de Iversen (1967, 1969), que indicaban sensibilidades auditivas de entre 50 y 1,100 Hz, con un pico sensible entre 300 y 500 Hz. Los estudios anatómicos de Popper (1981) no revelaron especialidades auditivas en el atún barrilete.

Asimismo, el conocimiento que se tiene sobre las capacidades auditivas de los elasmobranquios también indica que las sensibilidades están dentro del rango de frecuencias bajas (Myrberg 2001). Myrberg (2001) investigó las capacidades auditivas del tiburón sedoso y el tiburón de punta de aleta blanca. Encontró que ambas especies responden a sonidos de entre 25 y 1,000 Hz.

Consecuentemente, tanto el atún como los elasmobranchios son capaces de escuchar sonidos provenientes de una draga TSHD, así como aquellos emitidos por una embarcación de pesca. Sin embargo, ninguno de los sonidos emitidos por una TSHD son lo suficientemente intensos para causar algún daño permanente. Los impactos potenciales se limitarían a cambios temporales en el umbral, a ocultamientos auditivos y a cambios conductuales de corta duración. Los cambios en el valor del umbral ocurren como resultado de cambios físicos en las estructuras sensibles del interior del oído interno, y se sabe que se pueden recuperar rápidamente (Popper et al. 2014). Los ocultamientos auditivos son una incapacidad de detectar sonidos por una reducción en la relación entre la señal y el ruido de más de 8dB (Popper et al. 2014). Los sonidos continuos y de baja intensidad, como los que caracterizan a una TSHD, no generarán daños de larga duración o permanentes a peces pelágicos. Los impactos, en términos de respuestas conductuales de evitación, serían de corta duración, dado que los peces se habitúan a la presencia de los sonidos del dragado.

Tortugas Marinas. Las siete especies de tortugas marinas existentes en el mundo han experimentado un dramático descenso en sus poblaciones. Los esfuerzos realizados para identificar las causas de este declive se han desarrollado durante décadas. Existe una amplia literatura científica en relación a la conservación y a la biología de las tortugas marinas y a pesar de esto muchos aspectos aún no muy bien estudiados. En México hay un fuerte interés público para su protección. En el proyecto tenemos la tortuga caguama (*Caretta caretta*) como especie de alto interés. Al igual que los peces pelágicos, las tortugas marinas tienen una alta movilidad. En los Estados Unidos, donde las medidas de arrastre para la protección de las tortugas marinas se han llevado a cabo durante años, no existe inquietud respecto a la exposición de las tortugas a los sedimentos suspendidos o a las plumas de turbidez. Empero, recientemente se ha despertado cierta inquietud por los impactos potenciales del sonido subacuático asociado con actividades de construcción marina, particularmente con el clavado de pilotes.

Para los impactos acústicos derivados de las acciones de dragado de arenas fosfáticas, tenemos los que emiten las dragas en el agua. Se han tomado en cuenta los efectos causados por la actividad humana en el hábitat de las tortugas (Samuel et al. 2005). Las investigaciones con relación a la afección del sonido en las tortugas, son lamentablemente muy escasas. En

todos los trabajos se demuestra que la recepción de sonidos por parte de las tortugas, básicamente se limitan a las frecuencias bajas. Por ejemplo, en el trabajo de Southwood et al. 2008, reportó que las tortugas caguamas podían detectar el sonido entre las frecuencias de 250 a los 1.000 Hz. Martín et. al., (2012) reportó resultados similares, ampliando el rango entre los 100 y 1130 Hz, demostrando que los picos de sensibilidad se daban entre los 200 y los 400 Hz de frecuencia. Lavender et al. (2014), determinó que los especímenes juveniles de las tortugas marinas, responden a sonidos de frecuencia relativamente baja entre los 200 y 700 HZ.

En el área del proyecto, la generación de sonidos submarinos se puede esperar que ocurra periódicamente, pero especialmente en el entorno inmediato de la TSHD y durante el bombero y cribado en la barcaza. Las maniobras periódicas de barcos de carga, también generarán sonido. Dado que las capacidades auditivas son pobres en comparación con los mamíferos marinos y muchos peces, no se espera que los rangos de frecuencia emitidos por las operaciones rutinarias afecten más allá del entorno inmediato de los buques. Se ha observado alguna reacción por parte de las tortugas de evitar fuentes acústicas de baja intensidad (O’Hara y Wilcox 1990). Sin embargo, las tortugas poseen una capacidad limitada para determinar el componente direccional del estímulo acústico. Habiendo presentado los rasgos acústicos de las operaciones de dragado y sabiendo las frecuencias en las que las tortugas caguamas reaccionan, no se espera que se produzca una reacción por parte de ellas más allá del entorno inmediato de los arcos de operaciones y destacando que en ningún caso, las fuentes de sonido asociadas con el proyecto expondrán a las tortugas a sonidos dañinos o molestos de alta intensidad. Los estudios más recientes publicados por Popper et al. (2014) sugieren que los impactos acústicos de gran intensidad, se limitarían a cambios en rutinas de comportamiento y las tortugas evitarían la fuente acústica. Este impacto acumulativo en las poblaciones de las tortugas marinas a la exposición acústica será mínimo.

Otro de los impactos que se han identificado potencialmente peligrosos para las tortugas son los golpes con las embarcaciones. Los resultados de los exámenes forenses evidencian que los caparazones de tortugas encontrados sobre las playas, muestran que las colisiones con cascos y embarcaciones son una causa sustancial de mortalidad. Por ejemplo, Hazel y Gyrius (2006) y Hazel et al. (2007) investigaron la habilidad de las tortugas verdes para evitar la colisión con

embarcaciones que circulaban a gran velocidad como causa de muerte. Cuando observaron a embarcaciones aproximarse a velocidades superiores a 4 km/h los individuos fueron incapaces de evitar la embarcación que se les echaba encima. El riesgo de colisión depende de las capacidades natatorias a la hora de que la tortuga detecte la embarcación y de la edad de la misma, ya que los individuos mayores son capaces de sumergirse mucho más rápido. Con base a los seguimientos realizados por satélite a las tortugas caguamas realizados por Renaud y Carpenter en 1994 y por Nichols et al. (2000) sus tránsitos migratorios desde Baja California a Japón fueron de 1.3 a 14.4 km/h y llegaban a picos de 1.8 a 5 km/h. Durante la operación del proyecto se producirán movimientos de embarcaciones pero serán lentos, además se han propuesto como medidas de mitigación el control del cabezal de la draga y vigilantes a bordo de las dragas.

Mamíferos marinos. Se monitoreó la línea costera de Baja California Sur que contiene un corredor migratorio de ballenas, delfines y leones marinos. La preocupación por estas especies es similar a las identificadas para las tortugas. Los mamíferos marinos son animales que respiran aire en la atmósfera, con lo cual la exposición a los sedimentos suspendidos será mínima. En un contexto mundial, la protección de los mamíferos marinos se ha enfocado en los potenciales impactos del sonido submarino. Erbe (2014) ha revisado los potenciales impacto del sonido subacuático en los mamíferos marinos. Los impactos potenciales se relacionan con los niveles de energía acústica con los que el sonido se propaga desde su fuente. A medida que el nivel se atenúa, los impactos potenciales se aminoran severamente. Tal y como ocurre con los peces y las tortugas marinas, las probabilidades de daño permanente ocurrirían a distancias cortas de la fuente acústica. Los impactos serían cambios en el comportamiento y siempre evitando la fuente.

Los audiogramas para mamíferos marinos sólo están disponibles para un pequeño número de especies, pero el rango auditivo se desarrolla entre los 100 y los 1000 Hz. Como en el caso de los peces y las tortugas marinas, las inquietudes se basan en los drásticos cambios de comportamiento, los cuales se observaron a distancias relativamente grandes de la fuente de sonido, en la natación, duración del nado y frecuencia en la respiración. El sonido que se emitirá en el área de proyecto será de naturaleza continua y cae en el rango de las frecuencias bajas, por debajo de los picos sensitivos de la mayoría de los mamíferos marinos. Dado que,

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

incluso los sonidos de baja frecuencia serían detectables a distancias substanciales, se espera que los mamíferos marinos que transiten por el área de proyecto eviten la fuente acústica. Nowacek et al. (2014), definieron los criterios sobre el sonido para la ballena gris del este (*Eschrichtius robustus*) con base a las observaciones de los individuos en las cercanías de las explotaciones petroleras que producen ruido de manera continua asociada a la perforación y el dragado en las áreas primarias de alimentación de esta especie. Una de las principales preocupaciones se asoció a la exposición prolongada de estas ballenas en sus áreas de alimentación principal y reflejando la necesidad de considerar condiciones de estudio más específicas. No se predijeron impactos para exposiciones de 8 horas entre 115 y 118 dB, pero se hallaron cambios en el comportamiento cuando se aplicaron sonidos de 140 dB por periodos cortos, que fueron los mismos niveles de impacto que se esperarían para otros grupos de mamíferos marinos, incluyendo los odontocetos y los pinnípedos (Southall et al. 2007, Finneran 2014).

Tabla V. 21 Especies de mamíferos marinos más afectadas por los sonidos fuertes y la colisión con barcos, así como su estatus de riesgo

Nombre común	Afectados por sonido	Colisión con embarcaciones	UNEP-WCMC(2008) CITES	NOM 059-SEMARNA T-2010*	IUCN (2009)
Ballena gris			I	Pr	Preocupación menor (LC)
Ballena de bryde o rorcual tropical		X	I	Pr	Datos insuficientes
Ballena minke			I	Pr	Preocupación menor (LC)

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre común	Afectados por sonido	Colisión con embarcaciones	UNEP-WCMC(2008) CITES	NOM 059-SEMARNA T-2010*	IUCN (2009)
Ballena sei			I	Pr	En peligro de extinción (EN)
Rorcual común, ballena de aleta			I	Pr	En peligro de extinción (EN)
Ballena azul, Rorcual gigante		X	I	Pr	En peligro de extinción
Ballena jorobada, Rorcual jorobado, Yubarta	X	X	I	Pr	Preocupación menor (LC)
Cachalote		X	I	Pr	Vulnerable (VU)
Cachalote enano			No listada	Pr	Datos insuficientes
Cachalote pigmeo	X		No listada	Pr	Datos insuficientes
Delfín común de rostro largo			No listada	Pr	Datos insuficientes
Delfín común de rostro corto			II	Pr	Preocupación menor (LC)
Delfín chato, delfín de risso			No listada	Pr	Preocupación menor (LC)
Ballena piloto, calderón de aletas cortas			No listada	Pr	Datos insuficientes
Delfín de costados blancos del Pacífico			No listada	Pr	Datos insuficientes

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Nombre común	Afectados por sonido	Colisión con embarcaciones	UNEP-WCMC(2008) CITES	NOM 059-SEMARNA T-2010*	IUCN (2009)
Orca			No listada	Pr	Datos insuficientes
Orca falsa			No listada	Pr	Datos insuficientes
Orca pigmea	X	X	II	Pr	Datos insuficientes
Estenela giradora, delfín tornillo			II	Pr	Datos insuficientes
Delfín de dientes rugosos			No listada	Pr	Preocupación menor (LC)
Delfín listado	X		II	Pr	Preocupación menor (LC)
Delfín mular, delfín nariz de botella, delfín negro, tonina, tursión			II	Pr	Preocupación menor (LC)
Estenela moteada, delfín manchado			II	Pr	Preocupación menor (LC)
Zífido de baird			I	Pr	Datos insuficientes
Ballena-picuda de Couvier			No listada	Pr	Preocupación menor (LC)
Mesoplodontes pigmeo			No listada	Pr	Datos insuficientes
Lobo marino			No listada	Pr	Preocupación menor (LC)

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

Nombre común	Afectados por sonido	Colisión con embarcaciones	UNEP-WCMC(2008) CITES	NOM 059-SEMARNA T-2010*	IUCN (2009)
Lobo fino de Guadalupe			I	Pr	Casi amenazada (NT)
Foca común			No listada	P	Preocupación menor (LC)
Elefante marino del norte			No listada	A	Preocupación menor (LC)

*Pr protección especial, P en peligro de extinción; A amenazada.

Impactos acumulativos potenciales en comunidades del lecho marino.

Las estimaciones del tiempo máximo probable que se requiere para la restauración tanto de la biodiversidad y biomasa de las comunidades del lecho marino en el sitio de la dragado tras el cese de dragado sugieren que el máximo impacto " acumulativo" de dragado será la "huella" de dragado (0.0039 % de la zona SAR) durante el período necesario para la recuperación completa. En el caso de la biodiversidad es probable que sea en cuestión de meses, aunque estamos estimando alrededor de 1.5 años para incluir la recuperación de especies de larga vida. Los efectos acumulativos para la recuperación total de todos los componentes de la comunidad entonces equivaldría a solamente 0.0059% del SAR. Un tiempo similar previsto para la restauración de la biomasa es de 3 años, por lo que el impacto máximo acumulado será de 3 años. Así que el área de impacto acumulativo máximo será de 0.0117 % del SAR (3 años x 0.0039 km² = 0.0117%).

V.7. Conclusiones.

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV, la opinión de expertos y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto ocasionará en

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

lo general, como todo tipo de proyecto sujeto a evaluación del impacto ambiental, una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa. Sin embargo, ninguno de esos impactos se consideró relevante, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación propuestas particularmente respecto de los impactos que se identificaron como significativos.

En adición a lo anteriormente expuesto, en el siguiente capítulo VI se presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA toda vez que en la presente MIA, y en particular, en la identificación y evaluación de impactos presentada, se evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

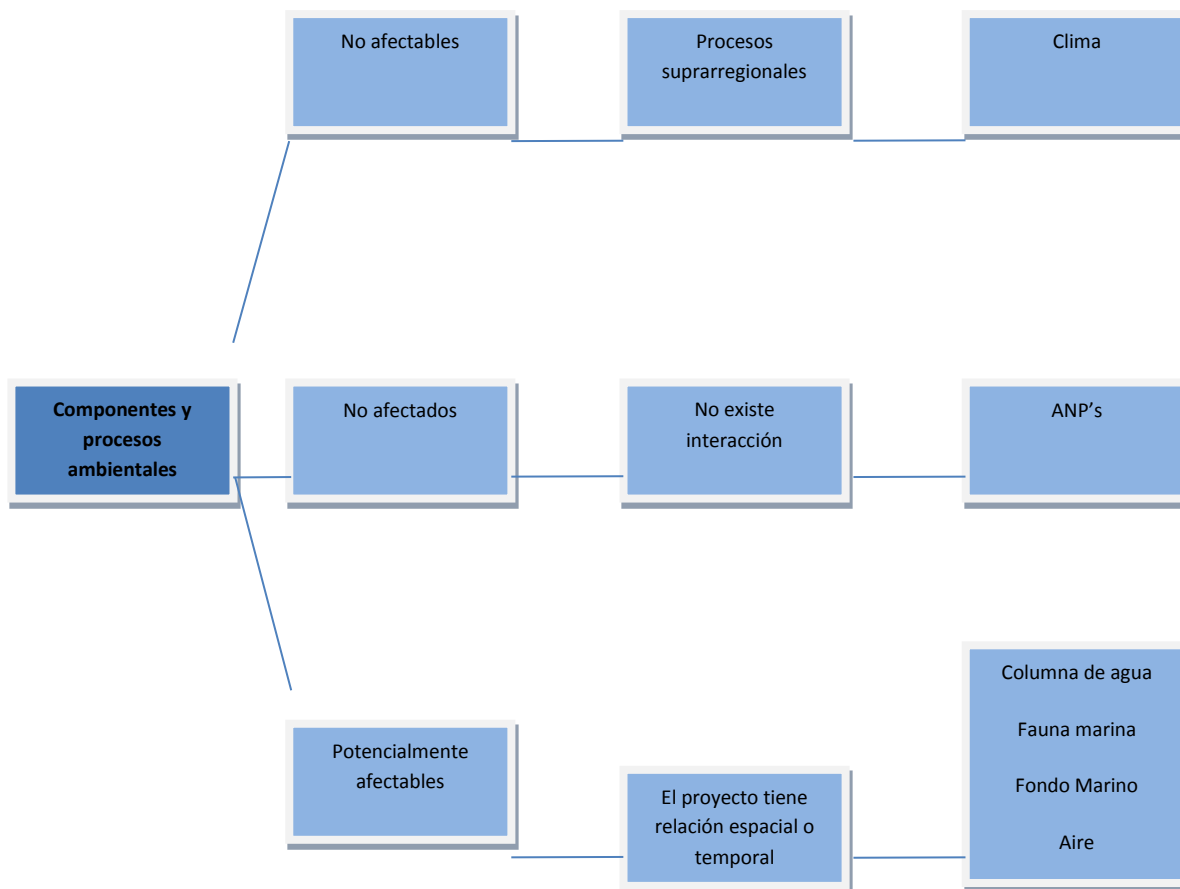


Figura V.62. Síntesis de evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

Lo anterior se sustenta en el reconocimiento de que se analizaron las posibles interacciones que el proyecto pudiera tener con componentes y procesos ambientales del SAR a distintas escalas geográficas, tal y como se expresa en la figura anterior. En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

1. El depósito mineral y sus componentes no son tóxicos, según las pruebas realizadas de acuerdo a los estándares para medir toxicidad letal de cualquiera de los sedimentos del área del proyecto.
2. El tamaño de la “huella” de dispersión y deposición de los sedimentos producto del dragado y del sistema “overflow” es pequeña y se conforma con los resultados y experiencias del dragado de agregados minerales en otras partes del mundo.
3. El impacto directo sobre la fauna marina residente en el área del proyecto es inevitable, pero es pequeño en superficie, y el área del proyecto se caracteriza por ser un biotopo que incluye baja biodiversidad en comparación con los depósitos de agua más profundas al oeste, y las aguas superficiales hacia la costa.
4. El contorno de impacto del sonido que pudiese afectar (por mínimo que sea) el comportamiento de especies sensibles como podrían ser las ballenas, delfines, leones marinos, etc., es muy pequeño y no se extiende a las áreas sensibles cerca de la costa.
5. La productividad primaria se produce en la zona eufótica (donde la penetración de la luz es suficiente para permitir la fotosíntesis). El hecho de que la pluma de dispersión desde el sistema “overflow” desde draga y barcaza ocurra principalmente por debajo de la zona eufótica, sugiere que la pluma de dispersión tendrá un efecto insignificante en la productividad primaria.
6. Una evaluación detallada de los impactos potenciales de sonido producida por el dragado hacia la fauna marina de importancia para la conservación, ha mostrado que los niveles de sonido son en todos los casos muy por debajo de los niveles documentados que podrían causar cualquier tipo de daño a la vida marina. Asimismo, se sugiere que puede haber respuestas de comportamiento al sonido por parte de especies de fauna marina, principalmente de mamíferos marinos, pero que se limitan sólo a las zonas inmediatas de la zona de draga y barcaza.
7. Los niveles sonoros previstos no se consideran susceptibles de causar daño físico temporal o permanente sobre alguna de las especies consideradas. En todos los casos, se espera que la respuesta en el comportamiento de las especies tanto de mamíferos marinos como de ictiofauna y tortugas marinas dentro de la zona de influencia del proyecto, sean reacciones menores tales como indiferencia o alejamiento de la embarcación.

8. Las frecuencias de sonido y el nivel de decibeles que se emanan de una draga de succión con tolva de salida (TSHD), la cual será utilizada en el sitio del proyecto, pueden ser similares a las de otros buques con un tamaño similar que probablemente puedan estar en tránsito frente a la costa oeste de Baja California Sur. También son compatibles con las de otros buques más pequeños, incluidos los utilizados para la observación de ballenas y que, potencialmente, pueden llegar a provocar poca perturbación a los mamíferos marinos.
9. Los resultados muestran que los niveles de sonido están, en todos los casos, muy por debajo de aquellos que pueden causar cualquier daño a la vida marina. Los perímetros que muestran los niveles de sonido en el que algún tipo de respuesta, por pequeña que sea, pueda ocurrir, han sido desarrollados para los principales mamíferos de importante conservación. Estos perímetros se limitan estrictamente a la zona de dragado y sugieren que cualquier respuesta conductual menor, probablemente ocurra sólo en la proximidad inmediata a los buques de dragado y procesamiento.
10. El sonido que se propaga a partir de las actividades de dragado no llega a las lagunas costeras que las ballenas grises utilizan para parir.
11. Se concluye que no habrá afectación a la viabilidad de las especies de fauna bajo alguna categoría de protección en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ya que aun cuando el proyecto implica modificaciones del fondo marino y creación de una pluma de sedimentos, se establecen medidas específicas y acciones de protección y conservación en diversos programas que, a su vez, incluyen acciones de protección y conservación de especies.
12. Se concluye que la afectación al hábitat de especies de fauna marina se reducirá con la implantación de medidas de mitigación, como es el **Programa de Restauración del Fondo Marino**, además de que la tasa de recuperación del fondo marino de manera natural es de 2-3 años para este tipo de fondos según (Newell *et al.*, 1998; Foden *et al.*, 2009), lo cual ayudará a mantener el hábitat con presencia de dichas especies que permita el flujo de los individuos y por tanto, se mantendrá la conectividad funcional y estructural.
13. Los resultados de los análisis químicos realizados por Calscience Inc. (presentados en anexos) muestran que, para los posibles contaminantes que pudieran presentarse en la columna de agua por las actividades del proyecto, todas las concentraciones están

dentro de los sedimentos *in situ* y están dentro de los niveles establecidos por las normas de Criterios de Calidad de Protección de Vida Acuática Marina CE-CCA-001/89.

14. Pruebas de lixiviado muestran que sólo un número limitado de contaminantes podría ser motivo de evaluación (aluminio, arsénico, cadmio, cromo, níquel, uranio y fosfato). Dichas pruebas indican que incluso para una prueba rigurosa "del peor de los casos", los niveles de dichas sustancias se mantendrán por debajo de los Criterios de Calidad de Protección de Vida Acuática Marina CE-CCA-001/89.

Las presentes conclusiones se derivan de demostrar, con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, que la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia de Evaluación del Impacto Ambiental, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).
- Desarrollar esta calificación en el contexto de un SAR (Artículo 12, fracción IV del REIA), de forma tal que la evaluación se refiera al sistema y no sólo al predio objeto del aprovechamiento.
- El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR; es decir, la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente, su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.
- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema como la capacidad que éste tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto asegura estas dos condiciones.
- El proyecto tiene la política de desarrollar acciones para prevenir y mitigar los impactos ambientales, así como cumplir con la legislación ambiental y mejorar continuamente el sistema de gestión ambiental, fiel a los indicadores internacionales de sustentabilidad.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas. Asimismo, se aportan elementos que evidencian que el proyecto no puede

ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las fases de implementación del proyecto, e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco del sistema de gestión y manejo, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto que, por sus atributos y naturaleza, pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:

1. Desequilibrios ecológicos.
2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.

CAPÍTULO VI

*ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES,
DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL*



INDICE

VI.1 Introducción.....	30
VI.2 Sistema de Manejo y Gestión Ambiental	32
VI.3. Programa de Supervisión y Gestión Ambiental.....	38
VI.4. Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado	43
<i>Introducción</i>	43
VI.5. Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa.....	62
VI.6. Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos.....	76
VI.7. Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico del Medio Marino..	89
VI.8. Programa de Protección de Aves Marinas.....	103
VI.9. Programa de Manejo Integral de Residuos	105
VI.9.1 Subprograma de Manejo de Residuos No Peligrosos	106
VI.9.2. Subprograma de Manejo de Aguas Residuales.	112
VI.9.3 Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos.....	113
VI.10. Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera.	120
VI.10.1 Subprograma de Control y Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera	121
VI.10.2 Subprograma de Eficiencia Energética.....	123
VI.10.3 Subprograma de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos	128
VI.11. Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales.	130
VI.11.1 Subprograma de Atención a Emergencias	133
VI.11.2 Subprograma de Atención a Contingencias por Fenómenos Meteorológicos....	141
VI. 12. Programa de Educación Ambiental.....	146
VI.13. Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino.....	153
VI.14. Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino.....	162
VI.15. Medidas Adicionales	171
VI.15.2. Compromisos sociales	174

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VI.1 Introducción.

El presente capítulo se desarrolla en cumplimiento con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y en los preceptos que de ella emanen, en lo referente a las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias para la ejecución del proyecto que nos ocupa.

En el Capítulo V de este documento, se han identificado y evaluado los impactos ambientales que potencialmente puede inducir el proyecto en el Sistema Ambiental Regional. En virtud de que el objetivo de una evaluación de impacto ambiental es establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos adversos al ambiente que la realización de un proyecto puede traer consigo, las medidas propuestas en el presente capítulo atenderán a los impactos con mayor valor, es decir aquéllos considerados como relevantes.

Bajo esta premisa, se asume el hecho de que, habiendo sido identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitirán la mitigación, prevención, o compensación de los mismos. Para ello, se ha diseñado un instrumento que, además de atender en conjunto las medidas requeridas, permite visualizar con un enfoque integral, la atención de los efectos negativos al ambiente bajo objetivos particulares. Para lograr lo anterior, se llevará a cabo la implementación de un **Sistema de Manejo y Gestión Ambiental**.

Los objetivos del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental son los siguientes:

- Implementar estrategias de desarrollo ambientalmente viables con la finalidad de que la ejecución del proyecto se haga bajo un contexto de protección, conservación y uso sustentable no sólo de los ecosistemas involucrados, sino también de los bienes y los servicios ambientales que éstos brindan.
- Implementar medidas para prevenir, mitigar y restaurar, según sea el caso, los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados por la implementación del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, y de los bienes y servicios ambientales asociados.
- Implementar acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y en su caso, a las condicionantes que la SEMARNAT imponga en el caso de autorizar el proyecto.
- Verificar el estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental aplicable al proyecto, en sus diversos ámbitos, tanto nacional como internacional.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento del ecosistema que se pretende aprovechar, de forma tal que la autoridad cuente con la información que le permita cumplir con lo establecido en el artículo 44 del Reglamento de la LGEEPA, en la Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Aunado a las medidas propuestas en la presente MIA, el proyecto estará sujeto, en caso de ser autorizado en materia de impacto ambiental, a las medidas adicionales que le sean establecidas por la autoridad competente.

Cabe precisar que por las características del proyecto, y sobre todo por su ubicación, las medidas están enfocadas, mayormente, en programas de monitoreo, que se asumen como un

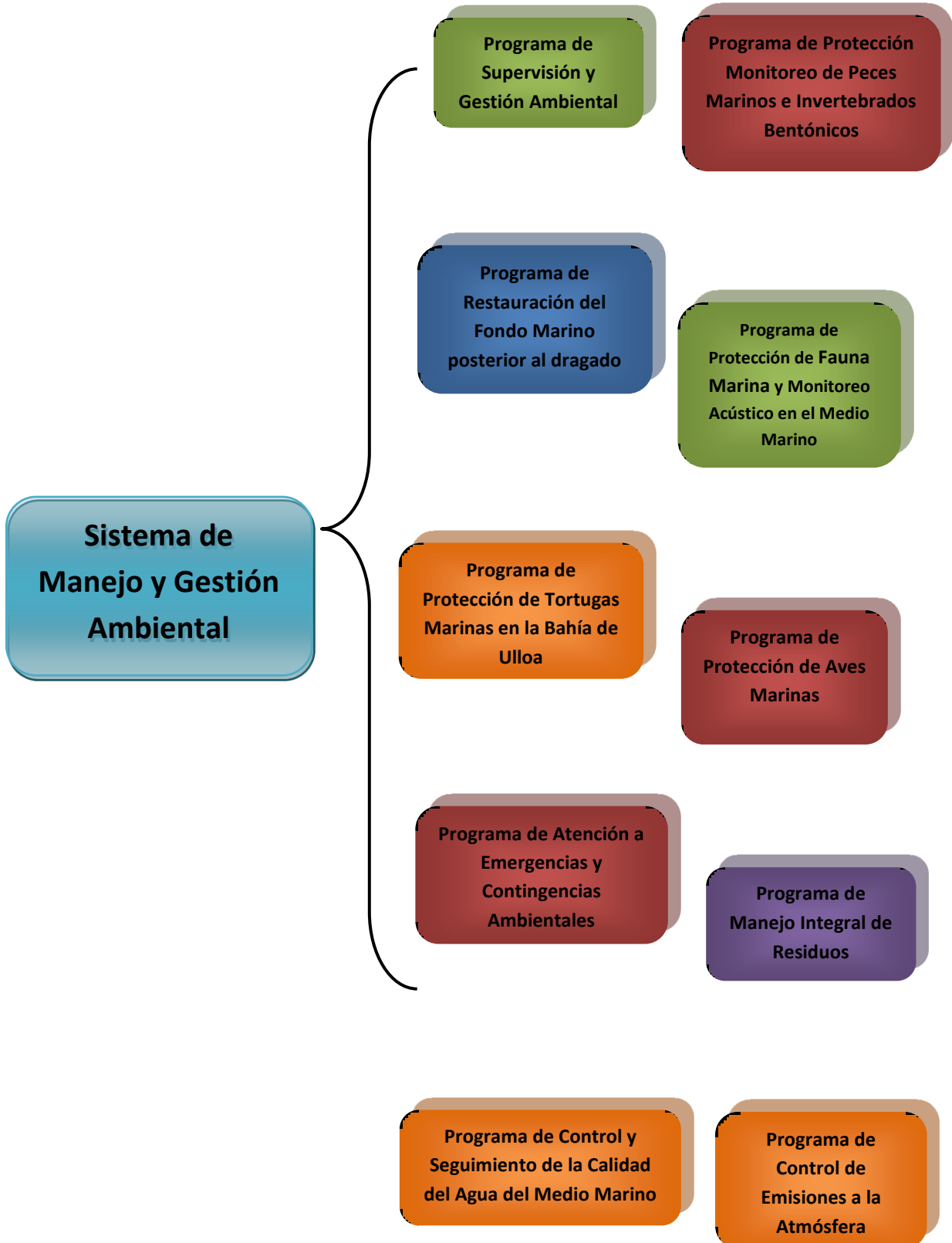
compromiso, así como a observar lo establecido en el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques, 1973 (**Convenio MARPOL**), el cual, como se expuso en el capítulo III busca preservar el medio ambiente marino a través de una serie de reglas contenidas en seis anexos. Estos anexos están referidos en la Tabla VI.11, donde también se muestra cómo es que las estrategias ambientales establecidas para el proyecto se ajustan a dichos anexos, en especial el I, IV, V y VI.

VI.2 Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

Las acciones ambientales que conforman las medidas de prevención, mitigación y compensación, han sido diseñadas para prevenir, atenuar, minimizar o disminuir los impactos ambientales adversos que el proyecto pueda generar sobre el entorno. Se enfatiza que las medidas pueden contribuir a restituir uno o más componentes o factores del medio, a una condición similar a la que tenían con anterioridad al impacto causado.

Bajo esta óptica, se plantea el **Sistema de Manejo y Gestión Ambiental**, propuesto bajo una estructura definida como un Programa General, en el que a su vez se integra una diversidad de Programas, como se ilustra en la siguiente figura:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



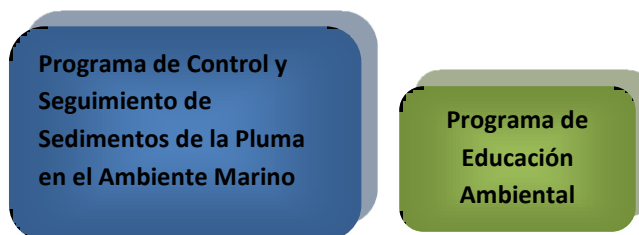


Figura VI.1. Programas que conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA).

1. **Programa de Supervisión y Gestión Ambiental**
2. **Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado**
3. **Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa**
4. **Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**
5. **Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino**
6. **Programa de Protección de Aves Marinas**
7. **Programa de Manejo Integral de Residuos**
 - Subprograma de Manejo de Residuos no Peligrosos
 - Subprograma de Manejo de Aguas Residuales
 - Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos
8. **Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino**
9. **Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino**
10. **Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera**
 - Subprograma de Control y Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera
 - Subprograma de Eficiencia Energética

Subprograma de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos

11. Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales

Subprograma de Atención a Emergencias

Subprograma de Atención a Contingencias por Fenómenos Meteorológicos

12. Programa de Educación Ambiental

En los siguientes numerales se presentan los diversos programas que han sido diseñados para la atención de los impactos ambientales identificados y evaluados (Ver Tabla VI.1). Al llevarse a la práctica los programas, se pretende la no afectación ambiental en el entorno correspondiente, manteniendo los impactos ambientales en niveles que no pongan en riesgo la integridad del ecosistema marino, hecho que deberá ser demostrado, a lo largo de la vida útil del proyecto, a través de las acciones de monitoreo de la eficacia ambiental de cada programa.

Cabe resaltar que todos los programas estarán sujetos al Programa de Supervisión y Gestión Ambiental.

Tabla VI.1 Relación de impactos ambientales atendidos de acuerdo a los Programas propuestos.

Componente	Factor	Impacto	Programa
Organismos bentónicos	Distribución	Afectación a la distribución local de organismos bentónicos	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos.
	Diversidad	Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas	
Ecosistemas marinos	Productividad	Alteración en la	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Programa
	primaria	productividad primaria	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino.
	Hábitat	Pérdida o afectación del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado • Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa • Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos • Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino • Programa de Protección de Aves Marinas • Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales
Geomorfología y Fondo marino	Calidad/Sedimentación y transporte de sedimentos	Alteración en la composición y transporte de sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino. • Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino.
	Topobatimetría	Cambios en la topografía del fondo marino	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado
Fauna marina	Zonas de desplazamiento de tortugas marinas	Pérdida o afectación a individuos de especies de tortugas marinas	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa • Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Programa
	Individuos de especies de ictiofauna	Pérdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino. • Programa de Manejo Integral de Residuos. • Programa de Educación Ambiental • Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos
	Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos	Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilagosos	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino • Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino. • Programa Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino.
Columna de agua	Calidad	Alteración a la calidad del agua marina	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino. • Programa de Manejo Integral de Residuos. • Programa de Educación Ambiental • Programa de seguimiento y control de calidad del agua
	Turbidez y sólidos en suspensión	Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino. • Programa de Manejo Integral de Residuos
	Nivel de ruido	Contaminación submarina por ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Protección de la Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto	Programa
Aire	Calidad	Afectación a la calidad del aire por emisiones de partículas suspendidas y gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera
Socioeconómico	Actividades productivas locales (Actividad Pesquera)	Afectación a la actividad pesquera	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Protección Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa • Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos • Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino • Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino. • Programa de Protección de Aves Marinas

VI.3. Programa de Supervisión y Gestión Ambiental.

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental es la herramienta principal del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental, y tiene como objetivo orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de obligaciones aplicables, así como las medidas establecidas en el presente capítulo y las demás que resulten aplicables de acuerdo a lo que establezca la autoridad ambiental (SEMARNAT), en el caso de la obtención de una autorización favorable para la ejecución del proyecto, así como las acciones voluntarias para la protección y conservación de los ecosistemas involucrados, entre otras, como son el apego a las **Guías** que emite la **Organización Marítima Internacional (OMI)**, en materia ambiental en torno a la prevención y contaminación del medio marino.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Por esta razón, el logro de las metas de todos los demás programas y subprogramas es verificado de manera sistemática a través del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental con el fin de confirmar su congruencia con el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto.

Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

- ♣ Cumplir todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas fases de implementación incluyendo:
 1. Los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga en la autorización correspondiente, en caso de ser afirmativa.
 2. La legislación y normatividad ambiental aplicable.
- ♣ Cumplir todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en la presente MIA, que de manera voluntaria se han diseñado a fin de atenuar los posibles impactos ambientales adversos que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.
- ♣ Ser un sistema de integración de la información y las comprobaciones documentales necesarias, que permita informar periódicamente a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempeño ambiental del proyecto, en caso de que se autorice.

Para el cumplimiento de las metas antes referidas, se establecerán las estrategias e indicadores que a continuación se citan:

1. Supervisión y vigilancia de los procesos y actividades autorizadas.
2. Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.
3. Implementación de buenas prácticas ambientales y ecotecnologías aplicables.
4. Identificación y obtención de certificaciones ambientales.
5. Indicadores de cumplimiento del Programa.

- ***Supervisión y vigilancia de los procesos y actividades autorizadas.***

Establecida para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT al proyecto, en caso de ser autorizado.

Mediante esta estrategia, durante la operación y mantenimiento del proyecto, el responsable de la supervisión ambiental se coordinará de manera sistemática con el responsable del proyecto, para planificar conjuntamente y establecer acuerdos previos que permitan cumplir, en la práctica diaria, con las obligaciones ambientales aplicables a cada actividad del proyecto, identificar en términos verificables que no se está rebasando el impacto ambiental previsto, y aplicar, en su caso, medidas complementarias para reducirlo hasta donde sea posible.

Con base en los acuerdos previos establecidos, se revisará directamente en campo la operación, así como las actividades regulares y extraordinarias relacionadas con objeto de:

- a) Observar el cumplimiento de las obligaciones por parte de los actores involucrados en cada actividad;
- b) Supervisar la implementación de las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales previstos para cada actividad y zona;
- c) Coordinar la ejecución del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental;
- d) Dar seguimiento al estado de salud ambiental del ecosistema marino, partiendo como línea base, la información contenida en el capítulo IV de esta MIA.

- ***Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.***

Su finalidad es verificar directamente el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del proyecto, tanto las establecidas en la resolución emitida por la SEMARNAT, en caso de ser autorizado en materia de impacto ambiental, como las propuestas en el presente capítulo

- ***Implementación de buenas prácticas ambientales y ecotecnologías aplicables.***

Esta estrategia se establece en apego a las **Guías** que emite la **International Maritime Organization** (IMO) en materia ambiental para la prevención y contaminación del medio marino que tienen relación con el proyecto, de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- a) **ID520E - MARPOL Consolidated Edition 2011** (Consolidación Convenio MARPOL)
- b) **IA646S - Equipo de prevención de la contaminación bajo MARPOL, edición en español de 2006**
- c) **IA646S - Pollution Prevention Equipment under MARPOL, 2006, Spanish Edition** (Equipo para la prevención de la contaminación conforme al Convenio MARPOL)
- d) **IA557E - Manual on Oil Pollution (Section I), 2011 Edition** (Manual de Contaminación de petróleo)
- e) **IB656S - Guidelines for the Implementation of MARPOL Annex V, 2012, Spanish Ed** (Guías para la implementación del Anexo V de MARPOL).
- f) **I582E - Guideline for Oil Spill Response in fast currents, 2013 Edition** (Guía para la respuesta a derrames de petróleo en corrientes rápidas).

- ***Identificación y obtención de certificaciones ambientales.***

Esta estrategia se centra en la búsqueda, identificación y elaboración de expedientes de candidatura para que el proyecto en lo general, o alguno de sus componentes en lo particular, esté en posibilidad de obtener una certificación ambiental ya sea en el ámbito nacional y/o internacional, acorde con el objetivo general del proyecto en un ámbito sustentable.

- ***Indicadores de cumplimiento del Programa.***

Se establecen como indicadores los siguientes:

- ✓ Firmas de recibido por contratistas de las reglas ambientales durante la operación del proyecto.
- ✓ Número de reuniones de planificación con responsables de la operación y mantenimiento. Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- ✓ Número de inspecciones para supervisión de operación y para verificación del estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del área del proyecto.
- ✓ Informes periódicos a la PROFEPA, a la DGIRA-SEMARNAT, y Secretaría de Marina, en caso de que sea autorizado el proyecto.
- ✓ Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las etapas, e integración de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.
- ✓ Relación de procesos de operación mejorados o certificados.
- ✓ Relación de conflictos ambientales resueltos.
- ✓ Relación de buenas prácticas o ecotecnologías incorporadas.
- ✓ Relación de procesos de certificación iniciados, sometidos y aprobados.

VI.4. Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado

Introducción

La profundidad o grosor del yacimiento de arenas fosfáticas del Proyecto aún no se ha podido determinar y esto limita grandemente el poder afirmar con absoluta certeza cuanto tiempo se va a demorar el proceso extractivo en cada una de las franjas delineadas en el presente documento.

Se seguirá el orden establecido de dragado, y se informará oportunamente a SEMARNAT al inicio y término del dragado de cada franja.

Sólo como referencia de sistema de dragado y del orden a seguir, se ha ilustrado una secuencia anual tentativa, sin embargo es muy probable que se demore más en una franja si las profundidades o grosor del yacimiento se extienden más de lo aquí previsto.

Existen modelos de recolonización del lecho marino, los cuales han sido consultados y utilizados para la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Las comunidades marinas se ajustan a los principios bien establecidos de la sucesión ecológica y éstas permiten algunas predicciones realistas sobre la posible recuperación de las comunidades bentónicas tras el cese del dragado.

En general, las comunidades que viven en los depósitos de finos de alta movilidad se caracterizan por grandes poblaciones de una variedad restringida de especies que se adapta bien a la rápida recolonización de los depósitos que puedan ser objeto de perturbación. La

recolonización de los depósitos de dragado se lleva a cabo inicialmente por estas especies "oportunistas" (también conocidas como estrategas). Estos organismos son seleccionados para evaluar la tasa máxima de crecimiento de la población, con un alto índice de fecundidad, asentamiento denso, crecimiento rápido y más bien un ciclo de vida corto.

Estos organismos son muy adecuados para la invasión rápida y posterior colonización de ambientes donde una mortalidad anterior dejó el espacio vacante, ya sea que esta mortalidad haya sido inducida por factores naturales o alteraciones hechas por el hombre.

Se llevaron a cabo análisis de la infauna del lecho marino en el sitio del proyecto y los depósitos alrededor del SAR (Bahía de Ulloa) ver Capítulo IV. Estos análisis muestran que la infauna bentónica en el sitio del proyecto y en cualquier lugar del SAR está dominada por especies “oportunistas” típicas, incluyendo a los gusanos nematodos y gusanos poliquetos pequeños. Estos se producen como componentes dominantes de la comunidad a través de los depósitos del SAR y no son los que colonizarán como componentes “extranjeros” en los depósitos tras el cese del dragado.

La naturaleza y el ritmo de la recolonización y recuperación de los recursos biológicos en el fondo marino, han sido ampliamente estudiados en sitios donde se han extraído gravas y arenas, en particular en el Mar del Norte, lugar en el que existe una importante recuperación al medio ambiente después de las operaciones de dragado. Otros estudios han demostrado que las comunidades de invertebrados que habitan en las arenas son capaces de una recolonización relativamente rápida por adultos (revisado en Newell & Woodcock, 2013).

La inspección de los índices de recolonización reportados en la literatura se ajusta a los principios de la sucesión ecológica establecidos para los depósitos marinos desde los trópicos hasta los mares del norte. Los datos resumidos en la tabla 1 del Anexo 14 denominado Recuperación de Recursos Biológicos en zonas de dragado, sugieren que, si bien la

colonización por oportunistas móviles típicos de los que están en el sitio del Proyecto puede producirse en cuestión de semanas o meses, un período de 2-4 años es una estimación realista del tiempo necesario para la recuperación de gravas y arenas. Este tiempo se puede aumentar a más de 5 años en depósitos gruesos y décadas para las comunidades de arrecifes de coral.

Curiosamente, los datos para áreas como la Bahía de Tampa, Florida, que habían sido dragados para la concha de ostra, sugieren que puede ser necesario un período de hasta 10 años para la recuperación completa después del dragado, mientras que sólo se requiere un tiempo de recuperación de sólo 6-12 meses para la recuperación parcial después de dragado (ver *Benefield 1976, Conner y Simon 1979*).

Esto sugiere que las áreas de depósitos inalteradas entre surcos de dragado pueden proporcionar una importante fuente de especies colonizadoras que permitan una recuperación más rápida de lo que podría ocurrir únicamente por asentamiento larval y crecimiento (véase también *van Moorsel 1993, 1994*). El concepto de áreas "interrumpidas momentáneamente" temporales entre las zonas de dragado activas para mejorar la recolonización se han incluido en las siguientes propuestas de dragado para el proyecto.

Estudios en sitios marinos posteriores al dragado, señalan que la recolonización por los invertebrados puede mejorarse en los sitios donde el fondo del mar se deja deliberadamente en una serie de crestas y surcos, en lugar de intentar restaurar una topografía del fondo marino liso, tal y como estaba inicialmente. Por ejemplo, la UEM Ltd. (2004) informó que las imágenes de los fondos marinos donde se realiza la pesca de arrastre, y en los hoyos causados durante el dragado frente a la costa sur del Reino Unido, mostraban que la parte inferior de las fosas fueron colonizadas por comunidades de mejillón (*Mytilus edulis*) y briozoos ramificados (*Pentapora foleacea*) en hábitats más robustos que los de las zonas circundantes no intervenidas, que eran distintos de la arena circundante y hábitats de grava.

Dicho de otra forma, la recolonización del hábitat marino es mejorada como efecto de la creación de surcos, dejando un fondo marino más productivo y con mayor biodiversidad después del proceso extractivo. Resultados muy similares han sido reportados en un programa llamado “Buiding with nature” que ha sido desarrollado como parte de la mayor expansión del puerto de Rotterdam Maavslake 2.

Durante el proceso de extracción de arenas fosfáticas del fondo marino, la zona bentónica es la más afectada debido a que la capa del fondo es removida completamente y adicionalmente, porque la deposición de sedimentos puede provocar un enterramiento de los organismos que allí habitan, alterando sus funciones biológicas. Cabe aclarar que, según los modelos de sedimentación realizados para el proyecto, se ha determinado que las zonas con sedimentación suficiente para alterar la vida bentónica, crucialmente se limitan a un área casi exclusivamente debajo de la draga de succión, dónde se reciben las conchas y el material de mayor tamaño, en la misma zona dónde se han extraído las arenas fosfáticas.

Diferentes estudios observan que este impacto, aunque directo, es local y está confinado exclusivamente a las líneas de dragado, o a las áreas generadas por esta actividad, tal y como se expuso en el capítulo V. Los programas (con sus actividades), que inducen a la recuperación o restauración de estas áreas que estamos promoviendo, forman parte de las principales medidas que se han utilizado para disminuir el impacto adverso generado por proyectos de este tipo que dañan el fondo marino.

La regeneración de los fondos marinos depende de diversos factores tales como la profundidad del dragado, la velocidad del barco durante las actividades de trabajo (el promovente operará al mínimo), las características del sedimento, el tamaño del área dragada, el régimen hidrodinámico, y la composición faunística original. Se ha reportado que el tiempo de recuperación de cada sitio puede tardar desde meses hasta años, aunque en promedio se estima que se recupere totalmente entre un mínimo de 3 y un máximo de 7 años para las comunidades más complejas, lo que no es el caso de la zona de trabajo planteada para el proyecto, en el entendido de que, al crear los surcos mencionados, se verá un importante aumento en la concentración de especies submarinas e invertebrados.

Objetivos

- Establecer las estrategias, actividades e indicadores de monitoreo para las acciones de regeneración y recuperación del fondo marino, como la principal medida de compensación de este impacto en el área del proyecto.
- Definir y establecer las medidas de prevención y mitigación, con el fin de disminuir el impacto adverso en el fondo marino y en la fauna bentónica, derivado de las actividades del proyecto.
- Regular, supervisar y monitorear las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el Programa.

Impactos que se atenderán

Los impactos que se atenderán en este programa se detallan en el Capítulo V y se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla VI.2 Impactos potenciales que serán atendidos

Impactos ambientales atendidos
Afectación a la distribución local de organismos bentónicos
Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas
Perdida o afectación del hábitat
Cambios en la topografía del fondo marino

Con las medidas planteadas dentro del **Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado**, en primera instancia se atenderá el impacto ambiental en torno a los

cambios en la topografía del fondo marino. Con las acciones propuestas se pretende restaurar el fondo marino que, a su vez conlleva a la recuperación del hábitat y al fortalecimiento de sus capacidades de regeneración, así como a la recuperación en la diversidad de comunidades bentónicas y distribución de los organismos bentónicos, como más adelante se expone. Estos últimos impactos identificados están relacionados con el **Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**; es decir, habrá un vínculo de atención simultánea con dicho Programa.

Es importante señalar que los depósitos de los lechos marinos en las áreas que han sido dragadas son capaces de recuperarse rápidamente gracias a pequeños gusanos y crustáceos que caracterizan al sitio del Proyecto. Estos organismos bentónicos se clasifican en biota epifaunal que habitan en la superficie del fondo marino y biota infaunal que reside en profundidades de sedimentos poco profundos (< 50 cm).

Antecedentes de las propuestas de restauración del lecho marino

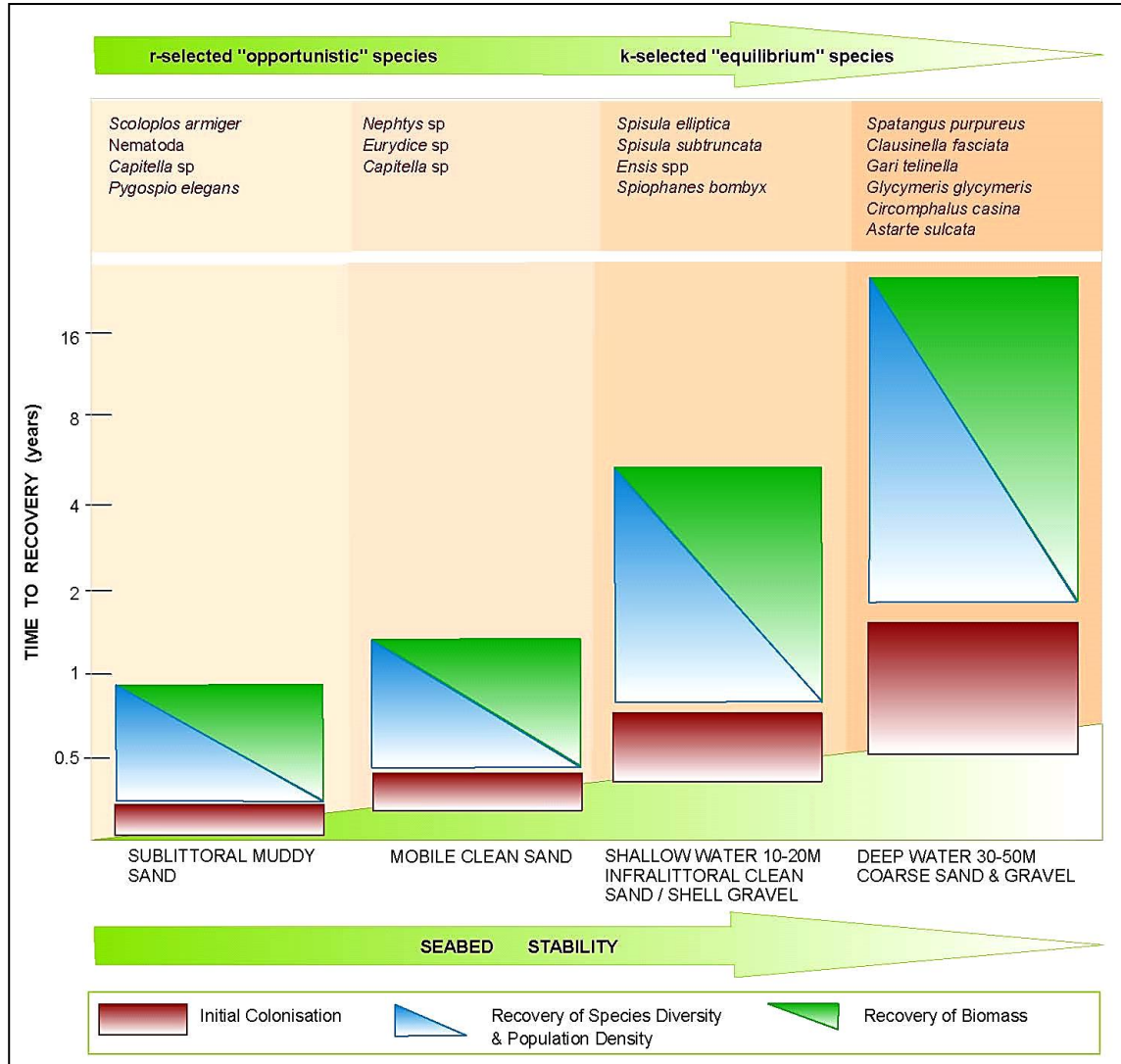
Las comunidades de la epifauna muestreada de toda el área de estudio, están dominados en términos de abundancia por la clase Annelida y se presentó un patrón muy similar a la identificada para la infauna. La lista total de especies junto con la abundancia numérica se puede consultar en el capítulo IV .

Los gusanos poliquetos, oligoquetos y nematodos que se producen en los depósitos se caracterizan por ciclos de vida cortos y tasas de recolonización rápida, mientras que los pequeños crustáceos migran activamente en áreas donde el dragado ha cesado. Puede ocurrir una mayor recuperación de la biodiversidad por este medio en cuestión de semanas y meses tras el cese de dragado (Kenny y Rees, 1994; Newell *et al* 1998; Foden *et al*, 2009).

La figura VI.1 muestra la fauna del lecho marino después del cese de dragado en arenas lodosas finas a través de arena gruesa y grava. El histograma del lado izquierdo es para la

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

comunidad denominada nematodos, poliquetos pequeños y crustáceos similares a los del sitio del Proyecto. De Newell y Woodcock (2013).



r-selected "opportunistic" species / Especies "oportunistas" seleccionadas r

k-selected "opportunistic" species / Especies "oportunistas" seleccionadas k

Time to recovery (years) / Tiempo de recuperación (años)

Sublittoral muddy sand / Arena lodosa del sublitoral

Mobile clean sand / Arena limpia móvil

Shallow water 10-20M infralittoral clean sand/shell gravel / Arena limpia del infralitoral de 10-20 m de agua poco

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

profunda/ cáscara de grava

Deep water 30-50 M coarse sand and gravel / Arena gruesa y grava de 30-50 m de agua profunda

Seabed stability / Estabilidad del lecho marino

Initial colonisation / Colonización inicial

Recovery of species diversity and population density / Recuperación de la diversidad de especies y densidad de población

Recovery of biomass / Recuperación de biomasa

Figura VI.1. Histograma que muestra la fauna del lecho marino después del cese de dragado en arenas lodosas finas a través de arena gruesa y grava. El histograma del lado izquierdo es para la comunidad denominada nematodos, poliquetos pequeños y crustáceos similares a los del sitio del proyecto. De Newell y Woodcock (2013).

Otros estudios sugieren que el aumento de la complejidad del hábitat puede resultar en una mejora de la biodiversidad de la fauna marina y redes de alimentos asociados con las comunidades del lecho marino. La Figura VI.2 muestra el incremento en la biomasa de las comunidades de los fondos marinos que se asocia con depósitos mixtos complejos de grava y arena fangosa, en comparación con los lodos y arenas más uniformes.

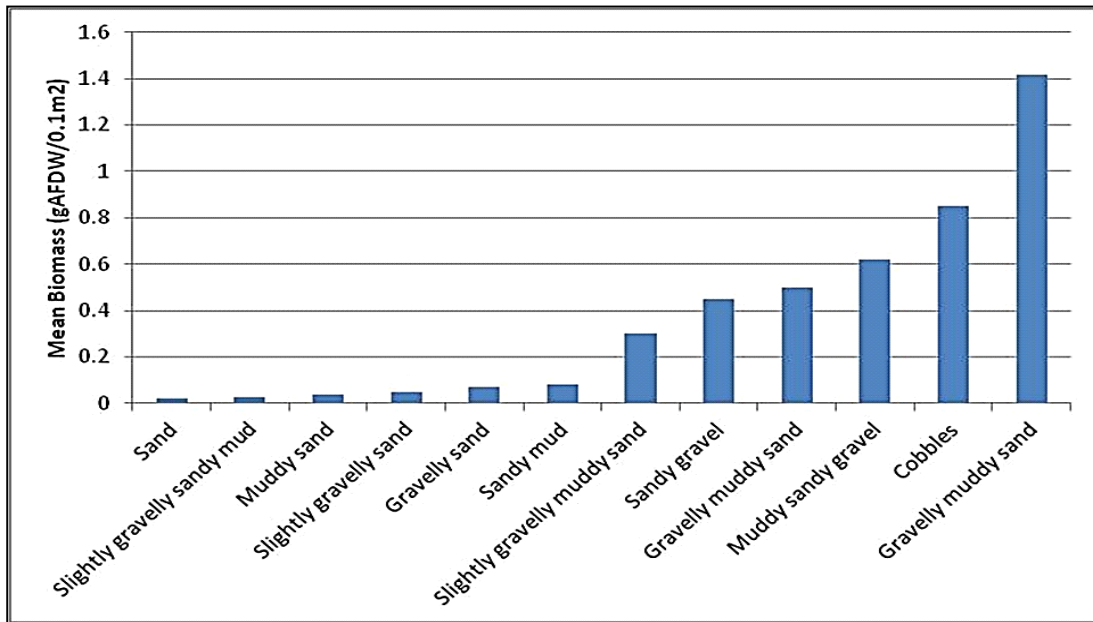


Figura VI.2. Diagrama que muestra el incremento en la biomasa de la infauna del lecho marino en los depósitos complejos del mar del norte sureño (en la derecha del diagrama) comparado con los depósitos más uniformes de lodo y arena (en la izquierda del diagrama). (After Emu Ltd, 2009; de Newell y Woodcock, 2013).

Mean biomass (gAFDW/0.1m ²) / Biomasa media (gAFDW/0.1m ²)
Sand / Arena
Slightly gravelly Sandy mud / Lodo arenoso ligeramente áspero
Muddy sand / Arena lodosa
Slightly gravelly sand / Arena ligeramente áspera
Gravelly sand / Arena de grava
Sandy mud / Lodo arenoso
Slightly gravelly muddy sand / Arena lodosa ligeramente áspera
Sandy gravel / Grava arenosa
Gravelly muddy sand / Arena lodosa áspera
Cobbles / Guijarro
Gravelly muddy sand / Arena lodosa áspera

La comunidad del lecho marino en el sitio del Proyecto cuenta actualmente con una composición de especies similares a la de los depósitos en gran parte del SAR. Sin embargo, la abundancia de **la infauna es relativamente escasa en número dentro del área de recursos comparada con los depósitos de alrededor en el SAR** (Marine Ecology Surveys 2014).

La provisión de un hábitat más complejo, mejorará la densidad de población de invertebrados residentes y permitirá la recolonización sustancial por una biodiversidad similar a la de los depósitos de alrededor a los pocos meses de cese de dragado.

Restauración del lecho marino y mejoramiento del sitio

La gestión de los trabajos de dragado para producir topografía más compleja del lecho marino también ha demostrado que resulta en una biodiversidad mejorada de las comunidades de invertebrados y peces en el programa de “Crear con Naturaleza” desarrollado por la empresa Boskalis Ltd en las grandes obras de ingeniería de la costa de los Países Bajos. Por tanto, proponemos para aumentar la complejidad del hábitat en las áreas de dragado en el sitio del Proyecto, depositar la arena gruesa y conchas desde la embarcación de procesamiento en una serie de montículos para crear un depósito más variados y topografía compleja del lecho marino tal como se muestra en la Figura VI.3 .

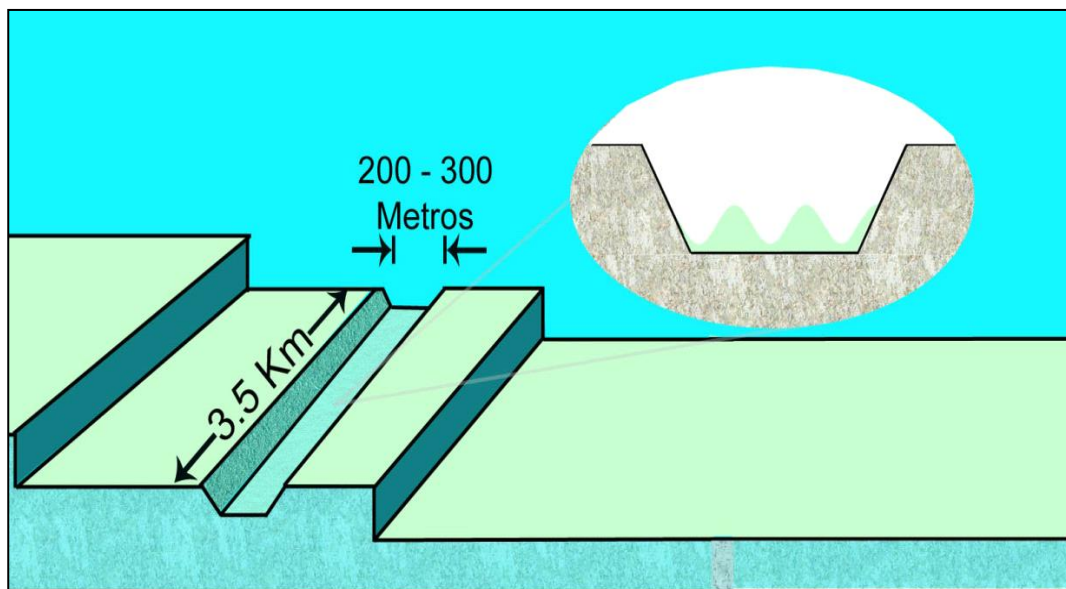


Figura VI.3. Diagrama que muestra el área de dragado activo y el relleno propuesto del área de dragado con arena y conchas del barco de procesamiento una vez que el dragado ha cesado en un área de dragado activo en particular.

Curiosamente, los datos para las áreas en la Bahía de Tampa, Florida, que habían sido dragados para la concha de ostra, sugieren que puede ser necesario un período de hasta 10 años para la recuperación completa después de la defaunación mientras que sólo se requiere un tiempo de recuperación de sólo 6-12 meses para la recuperación parcial después de dragado y defaunación incompleta (ver Benefield 1976, Conner y Simon 1979). Esto sugiere que las áreas de depósitos inalteradas entre surcos de dragado pueden proporcionar una importante fuente de especies colonizadoras que permitan una recuperación más rápida de lo que podría ocurrir únicamente por asentamiento larval y crecimiento (véase también van Moorsel 1993, 1994). El concepto de áreas "interrumpidas momentáneamente" temporales entre las zonas de dragado activas para mejorar la recolonización se han incluido en las siguientes propuestas de dragado para el proyecto.

Por lo tanto, la restauración del lecho marino y mejora del hábitat en el sitio se basa en los siguientes principios:

- En el año 1, la arena residual y conchas descargadas desde la embarcación de procesamiento (FPSP) se descargarán cerca del este de la ADA para formar un montículo en el lecho marino, una característica de la topografía del lecho marino que se sabe que proporciona una mejor hábitat para peces en el programa 'Construir con Naturaleza' y en otros lugares.
- Desde el año 2 en adelante, la arena residual y conchas se depositarán dentro del ADA tras el cese del dragado del año 1 para proporcionar un depósito más variado que mejorará la biodiversidad (ver Figura VI.2) y una topografía más variada del lecho marino junto con el programa 'Construir con Naturaleza'.
- El dragado se llevará a cabo de tal forma que las franjas de lecho marino se quedarán temporalmente sin dragar para mejorar las tasas de recolonización en las áreas adyacentes de dragado. El dragado se llevará a cabo de forma secuencial de acuerdo con el plan mostrado en la Figura VI.4.
- La draga luego regresará a la primera de las áreas sin dragado, momento en el cual las áreas adyacentes se han recolonizadas y proporcionarán una fuente de especies colonizadoras para el área de dragado adyacente.

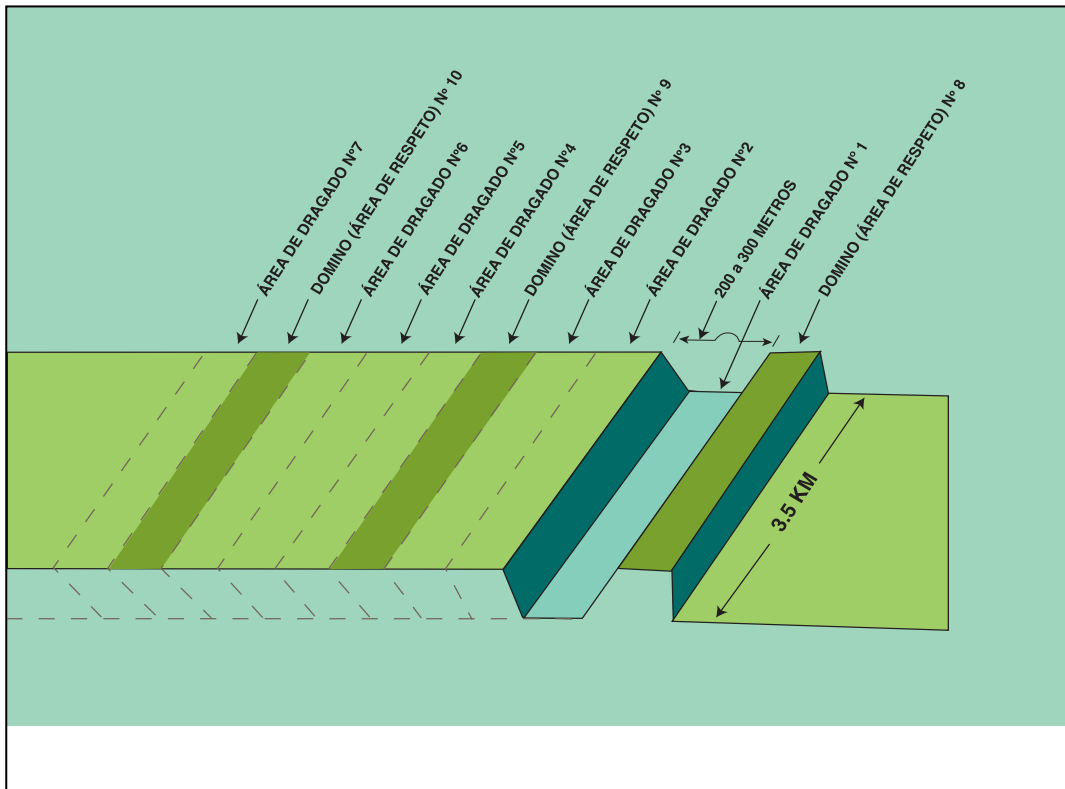


Figura VI.4. Figura que muestra la secuencia del Área de Dragado Activo (ADA) en un periodo de 10 años en el área operativa al norte del sitio del Proyecto. Las ADA fueron arregladas para que las franjas adyacentes proporcionaran una fuente de especies colonizadoras para el área de dragado más reciente.

Medidas de prevención, mitigación y compensación.

El dragado de las arenas fosfáticas en el área propuesta, se llevará a cabo mediante una draga de succión en marcha (TSHD) similar a las que son ampliamente utilizadas en la industria de agregados marinos y en la recuperación de importantes obras de ingeniería, tales como la expansión del Puerto de Rotterdam (Maasvlakte 2). Los impactos sobre la topografía del fondo marino serán similares a las que se observan en el dragado de gravas y arenas

submarinas, donde los depósitos explotables son relativamente gruesos, lo cual resulta en surcos en el fondo marino.

Como medida se está considerando la generación de surcos tomando en cuenta la experiencia en la restauración del suelo marino en el Reino Unido, la cual puede ser aplicada a la zona de dragado del proyecto, con la posibilidad de ayudar a la recuperación de las comunidades de los fondos marinos posteriores al dragado.

Con esta medida se pretende que, con el tiempo necesario, se recuperen los recursos biológicos en los sitios donde se ha dragado, y se facilite el restablecimiento de la biodiversidad al generar surcos en el dragado, lo cual se ha comprobado que ayuda a recuperar el bentos en sitios explotados. Esta medida forma parte del programa de monitoreo propuesto el cual permitirá evaluar la recuperación de los recursos biológicos al término del dragado.

Regeneración del Fondo Marino.

La recuperación del fondo marino, una vez que cesan las actividades de dragado, es un factor que ha sido estudiado y monitoreado en el sector de los dragados en aguas del Reino Unido. Esencialmente, señalaremos dos aspectos que han sido resueltos gracias a estos estudios y monitoreo:

- Programas para minimizar la interferencia con otros usos legítimos del suelo marino.
- Métodos que favorezcan la recolonización y recuperación de áreas que han sido dragadas.

Ambos aspectos son particularmente relevantes, sobre todo para evaluar el impacto en zonas donde se producen pesquerías, en aquéllos puntos donde se dan cita ambas actividades.

Acciones a ejecutar

Las actividades que se plantean a continuación dependen de las características físicas, hídricas y biológicas del sitio; sin embargo, se ejemplifican las acciones a ejecutar de

conformidad con lo que se llevó a cabo en el **proyecto piloto** que fue desarrollado en la zona de extracción del Puerto de Rotterdam.

En el proyecto denominado Expansión de la zona portuaria de Maasvlakte 2, se investigaron las posibilidades y oportunidades que ofrecía el dragado, así como la nueva configuración física del fondo y el deseable desarrollo de los hábitats ecológicos.

Finalmente, el conocimiento de estas combinaciones ofreció circunstancias a la medida, que propiciaron la recuperación de las especies a sus valores originales. El proyecto buscaba la relación entre las características físicas de la extracción de arenas en el Mar del Norte y el potencial beneficio ecológico para el hábitat y mantener la biodiversidad en la zona. Se determinó el conjunto de parámetros que habrían de tenerse en cuenta, tanto para obtener los objetivos deseados como para hacer el proyecto económicamente viable.

Resumen del proyecto piloto en Rotterdam

En la zona de extracción, se crearon dos tipos de fondo: una gran ola de arena paralela a la dirección de la corriente principal, y otra casi perpendicular a la corriente.

Las olas de arena tuvieron un volumen aproximado de 1.25 Mm³. Su altura estaba entre los 8-10 metros y una longitud de 750 metros con pendientes de 1:7 y 1:10. El diseño se basó en las revisiones de la literatura científica, en un modelo de estabilidad morfológica, así como en la coordinación y el diálogo entre ecologistas, contratistas y autoridades responsables.

Las olas de arena se construyeron empleando dragas de succión en marcha (TSHD) que movieron la arena durante un período de varios meses.

Resultados obtenidos

En julio de 2010, se llevaron cabo las primeras investigaciones sobre el fondo marino y los peces. Estos monitoreos se repitieron en 2011 y 2012. Los datos obtenidos de dichos análisis se concentraron en analizar la biodiversidad en relación a la columna de agua, posición de la ola de arena, tipología y tamaño de sedimentos, distribución y tiempo. Durante el primer año, varias especies pioneras bentónicas, peces pelágicos y demersales fueron documentados en la zona.

Los resultados de las campañas de monitoreo y las lecciones aprendidas del proceso de combinar los parámetros y guías que armonizaron la relación entre las características físicas y el hábitat ecológico, han sido publicados en el programa “Construyendo con la naturaleza” en la wiki pública (www.ecoshape.nl).

Sólo como dato adicional, el proyecto demostró el beneficio ambiental del efecto de crear un paisaje en el que se combinan la viabilidad económica de la extracción de arenas, el cuidado al medio ambiente y el cumplimiento de todos los requerimientos legales. Al mismo tiempo, es importante asegurar que este diseño innovador no compromete en absoluto el futuro del sitio, pues lo único que hace es fortalecer su recuperación a valores originales.

Lo anteriormente expuesto es lo que se pretende realizar en las áreas de dragado del proyecto, toda vez que se tienen evidencias de éxito en la restauración del fondo marino mediante la habilitación en zonas arenosas, logrando que las comunidades biológicas posean una gran capacidad de recolonización y crecimiento en sus comunidades para lograr su recuperación.

Diseño

Diversos estudios han demostrado que la abundancia y diversidad de fauna generalmente disminuyen conforme la topografía marina se vuelve más plana, debido a que disminuye la variedad de hábitat para la colonización de diversas especies. También la riqueza de especies disminuye conforme aumenta el ancho de los canales de dragado, debido a que se remueve una mayor cantidad de sedimentos marinos. El dragado selectivo es caracterizado por las formas sedimentarias similares a las formas naturales del fondo marino; ayuda a generar cambios graduales en la profundidad del agua, en el tamaño de los sedimentos, en el contenido del lodo y de las corrientes que las rodean, generando una mayor cantidad de hábitats que aceleran el proceso de colonización y restauración de la cama marina a sus valores originales.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura VI.5. Camas de fondos marinos antes y después del dragado con medida de recuperación del fondo marino.

En las siguientes figuras, se muestra un comparativo del sistema tradicional de dragado y del sistema que será empleado en el proyecto, construyendo surcos que permitan el desarrollo del hábitat bentónico y de la fauna.

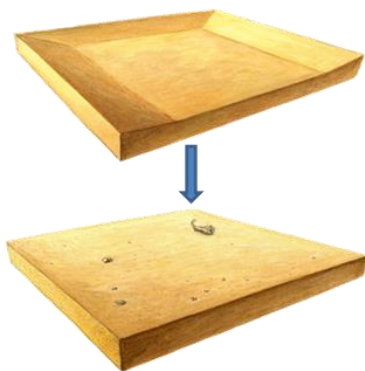


Figura VI.6. Sistema tradicional de dragado

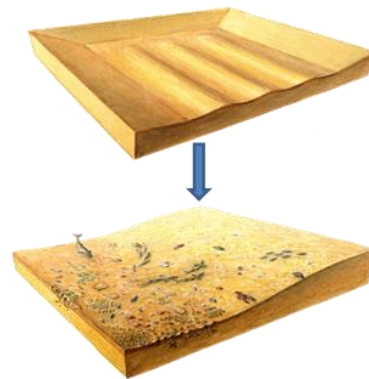


Figura VI.7. Sistema a emplear en el área del Proyecto, construyendo surcos que ayuden al desarrollo del hábitat bentónico y de la fauna.

El patrón de dejar ondulaciones sobre el sustrato tiene el objetivo de facilitar la recolonización de las especies originales en un fondo irregular al terminar el dragado; sin embargo, debe considerarse que todo sistema morfo sedimentario tiende a la estabilidad, es decir, se espera que los surcos cumplan su función inicial de contribuir a la recolonización de los organismos, pero con el tiempo los surcos acaban desapareciendo por efecto de las propias corrientes y la dinámica oceánica, por lo que solo se deben considerar para facilitar la recolonización y no para favorecer la aparición de un biotopo completamente nuevo.

Los estudios de las regiones costeras de Holanda demuestran que un habitat variado facilitará la restauración de la composición de las comunidades, y que no se da una colonización posterior de especies invasoras, lo que se verificará con el seguimiento a la medida dentro del Programa de Protección y Minitoreo de Peces Marinos e Invertebrados.

Medidas correctivas

Cuando las medidas preventivas y reactivas no fueron suficientes para disminuir ciertos impactos en los sedimentos de fondo y en las comunidades bentónicas, es necesario implementar una serie de medidas correctivas, cuyo principal elemento de apoyo es el ***monitoreo continuo de los recursos biológicos en el lecho marino.***

La recuperación de los recursos de los fondos marinos posterior al proceso de dragado dentro de una específica Zona de Actividad de Dragado, puede ser determinada con precisión utilizando las mismas técnicas que se utilizan para la evaluación de la zona de impacto.

En este caso será necesario, para llevar a cabo acciones de muestreo de los fondos marinos dentro de la zona restaurada, hacer un seguimiento de los cambios en la composición de la comunidad a través del tiempo. Generalmente las muestras se toman con una periodicidad anual para poder determinar, a través del tiempo, el grado de recolonización y recuperación

estructural de la comunidad. Evidentemente estas acciones estarán asociadas con el Monitoreo de los Recursos Biológicos en el lecho marino.

Para ejemplificar lo anterior, las mediciones que se realizarán en el monitoreo de comunidades bentónicas, dentro del Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos, serán un indicador del éxito obtenido en la restauración del fondo marino.

Monitoreo.

La recuperación de los recursos de los fondos marinos posterior al proceso de dragado dentro de una Zona de Actividad de Dragado, puede ser determinada con precisión utilizando las mismas técnicas que se utilizan para la evaluación de la zona de impacto.

En este caso será necesario, para llevar a cabo acciones de muestreo de los fondos marinos dentro de la zona restaurada, hacer un seguimiento de los cambios en la composición de la comunidad a través del tiempo. Generalmente las muestras se toman con una periodicidad anual para poder determinar, a través del tiempo, el grado de recolonización y recuperación estructural de la comunidad. Evidentemente estas acciones estarán asociadas con el Monitoreo de los Recursos Biológicos en el lecho marino. El **programa para el rastreo de la naturaleza y la velocidad de recuperación de los depósitos de los fondos marinos** tras el cese de dragado implica lo siguiente:

- Las muestras de los lechos marinos se tomarán antes de iniciar el dragado para proporcionar una 'línea de base' para que se pueda evaluar cualquier impacto posterior y recuperación. Las comunidades del lecho marino pueden cambiar (a veces abruptamente) con el tiempo, por lo que se deberán llevar a cabo varios sondeos de pre-dragado antes de que comience el dragado.
- Los sondeos para el rastreo del proceso de recolonización se llevará a cabo en intervalos de 6 meses para asegurarse de que se registran las etapas iniciales de la recuperación, y hasta 2 años después del cese de dragado o más dependiendo de la restauración documentada de la composición de la comunidad en los sitios de dragado. Las muestras serán tomadas sobre una rejilla uniforme que incluye la

totalidad de la zona de deposición de la pluma predicha, y en los sitios de referencia con depósitos comparables, pero fuera de los impactos potenciales de dragado. En general encontramos que 150 estaciones, distribuidas en una cuadrícula adecuada es conveniente para las áreas de dragado de las dimensiones propuestas para el sitio del proyecto.

- Las muestras se tomarán con un Hamon Grab de 0.1 m². Este tipo de agarre es ahora estándar para los estudios del lecho marino y tiene la ventaja de que la pérdida de material a través de las tenazas de la pala se reduce al mínimo (ver Ware y Kenny, 2011). Se tomará una submuestra del sedimento para correlacionar la abundancia de infauna y composición con la composición del tamaño de la partícula de los depósitos.
- La muestra será tratada a través de un colador de 1 mm a bordo de la embarcación de levantamiento para separar la macrofauna del sedimento residual. La macrofauna separada será preservada en formol neutro y cuidadosamente etiquetada para su análisis en un laboratorio certificado en tierra.
- Se analizará la infauna a nivel de especie y será cuantificada.
- Posteriormente se analizarán estos datos de composición de la comunidad para definir: la especie dominante, la abundancia, composición de la comunidad, la relación entre la composición de la comunidad y la composición de los sedimentos, y con la posición en el sondeo.
- Tenga en cuenta que si se adoptan las propuestas de mejora de sitio, la comunidad en los depósitos restaurados puede ser diferente a la comunidad de pre-dragado y puede comprender una mayor densidad de población y/o la diversidad de especies. Esto se documentará como parte del análisis de la composición de la comunidad a través del tiempo.
- Los informes se entregarán a la SEMARNAT dentro de los 6 meses a partir de la finalización de la recolección de muestras.

VI.5. Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa.

Introducción

Una de las características de la zona donde proponemos realizar el proyecto, es que existen especies de tortugas marinas, las cuales utilizan sus costas y aguas someras como hábitat para alimentación. Como se indicó con anterioridad en el Capítulo V, en la literatura no se ha reportado la existencia de sitios de anidación de la tortuga caguama o *Caretta caretta*, en playas del Pacífico mexicano, pero sí se ha reportado una zona de alimentación localizada frente a las costas de la península de Baja California Sur, particularmente entre Punta Eugenia y el complejo lagunar Bahía Magdalena en la denominada Bahía de Ulloa. Asimismo, como se indicó en el capítulo que antecede, para evaluar el impacto referente a la pérdida o afectación a individuos de especies de tortugas marinas, fueron identificadas las siguientes líneas de análisis: la posible perturbación del hábitat en relación con el desplazamiento de las tortugas marinas, la muy remota presencia de posibles agentes contaminantes (químicos y/o físicos por el desarrollo del proyecto), aunque vale anotar que en ningún momento en el desarrollo del proyecto se emplearán tóxicos o químicos en las actividades de dragado y de preparación para el transporte. Se ha estudiado también el aumento de los niveles de ruido en la columna de agua, con su posible afectación a las tortugas. El uso de dragas y la mortandad de tortugas han disminuido desde la implementación de protocolos, métodos operacionales y modificaciones en el equipo de dragado para reducir los posibles impactos. Estos esfuerzos han tenido éxito desde su comienzo en el año de 1992 (Dickerson, y otros, 2007)

Bajo este contexto, las acciones para la protección y conservación de las tortugas marinas, mismas que se han conformado en el presente programa y que, a su vez, serán complementadas con otros programas ambientales, tales como el Programa de Protección de la Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino, Programa de Control y

Seguimiento de la Calidad de Agua del Medio Marino, y Programa Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino, entre otros, para atender los impactos identificados, que más adelante se citan.

Objetivos

- ✓ Proteger a las poblaciones de tortugas marinas de los efectos adversos que puedan derivar del proyecto.
- ✓ Establecer medidas de mitigación y prevención que minimicen los impactos derivados de las actividades del proyecto.
- ✓ Establecer acciones de Monitoreo de Tortugas Marinas que garanticen la permanencia y viabilidad de sus poblaciones a largo plazo.

Impactos que se atenderán

Los impactos más relevantes sobre las tortugas derivados de las actividades del proyecto son descritos en el Capítulo V de la presente MIA. No obstante, de acuerdo a los análisis realizados basados en las características de la draga y de la barcaza, que se detallan en el Capítulo II, así como por las características de las actividades del proyecto causantes de impactos ambientales, que se detalla en el Capítulo V, se espera que los impactos sean mínimos puesto que a las profundidades a las que se va a realizar el dragado, se encuentran muy pocas tortugas, especialmente teniendo en cuenta que el yacimiento de fosfato presenta características inhóspitas tanto para los organismos bentónicos como para la flora y la fauna. Por estos motivos, las medidas de mitigación que a continuación se describen se presentan únicamente con fines precautorios.

Tabla VI.3 Impactos ambientales atendidos.

Impactos ambientales
Pérdida o afectación de hábitat
Pérdida o afectación de individuos de tortugas marinas
Afectación a la actividad pesquera

Es evidente que con las estrategias planteadas en el **Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa**, se atenderá de manera directa el impacto identificado como pérdida o afectación de individuos de tortugas marinas, como más adelante se manifiesta. Ahora bien, el impacto ambiental identificado como pérdida o afectación del hábitat, es atendido simultáneamente con otros programas tales como **Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado, Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos, Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino**. Asimismo, el impacto de afectación a la actividad pesquera está atendido, aunque de manera indirecta, con los programas mencionados incluyendo, entre otros, el **Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino**.

Medidas de prevención, mitigación y compensación

Medidas propuestas

Succión

Para evitar la pérdida de individuos durante la fase de operación y mantenimiento de la draga, se han optimizado una serie de medidas que han mostrado ser ampliamente

eficaces en función de la experiencia, sobre todo en los Estados Unidos de América, donde se han realizado trabajos de dragado en aguas poco profundas como canales, acceso a puertos, entre otros. El método más eficaz consiste en garantizar que la cabeza de la draga permanezca en contacto con el fondo mientras que las bombas de succión están operando. Adicionalmente, se debe garantizar que el barco se encuentre estabilizado para evitar el movimiento brusco en situaciones de oleaje significativo. Vale la pena anotar que, en una nave con eslora de casi 100 m, la estabilización es un proceso natural.

A continuación se exponen una serie de medidas a tomar para evitar el arrastre o succión de tortugas:

- a) **El tipo de dragado:** Las diferentes condiciones y operación de dragado plantean distintos niveles de riesgo para las tortugas. El uso de TSHD (Trailer Suction Hopper Dredger / Draga de Tolva) se considera un riesgo medio cuando se utiliza en áreas no densamente habitadas por las tortugas marinas y o fuera de la temporada de cría (bhpbilliton, 2011)
- b) **Reducción de velocidad del barco:** La velocidad del barco durante las operaciones de dragado será entre 1 y 2 nudos; con esta velocidad, se espera que los individuos de tortugas reaccionen ante el acercamiento de la draga y tengan el tiempo suficiente para alejarse de ella (comparable a la velocidad de caminata de un humano). Con ello, se permite que las tortugas se desplacen del sitio sin causar ningún tipo de colisión. Aunado a ello, es importante recordar que las tortugas no frecuentan estas profundidades.
- c) **Apagado de las bombas:** Un procedimiento operacional eficaz que se ha implementado es el apagado de las bombas durante la elevación y descenso de la draga. Esta precaución reduce el potencial de arrastre de tortugas en la columna de agua, en la medida que el cabezal de la draga se va elevando o bajando.

- d) **Uso de “deflector de tortugas” y/o “cadenas cosquilleras”:** Cuando el borde de avance de la cabeza de la draga convencional no está completamente plano, existe la probabilidad de arrastre y succión de las tortugas, generando la muerte de los individuos. Una medida efectiva, ampliamente utilizada para proteger a las tortugas de esta situación, es la colocación de un dispositivo rígido que desvía a las tortugas lejos de la cabeza de la draga, en lugar de succionarlas (Figura VI.8). Al colocar este dispositivo, el cual ha sido utilizado en diferentes proyectos de dragado alrededor del mundo, se mantiene el cabezal de la draga sobre el sedimento y el deflector impide que la tortuga sea succionada. Gran parte de los cálculos se han obtenido de la información procedente de los trabajos realizados por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. (USACE) y está basada en su amplia investigación en los Estados Unidos de América. La empresa Boskalis, ha tenido muchos años de experiencia con el dragado utilizando deflectores de tortuga.

La empresa Boskalis ha estado luchando por la protección de tortugas en diferentes circunstancias en varios países, y tiene técnicas modernas de producción que utilizan chorros, con la cabeza de la draga sumergida, por lo cual no se presenta ningún tipo de succión frente a la cabeza de la draga. Los chorros montados en la cabeza de la draga crean disturbios en el frente de la cabeza de la draga advirtiéndole de esta manera a las tortugas sobre la aproximación de la draga. Las cabezas de las dragas utilizadas en proyectos USACE californianos, descansan en el fondo del mar, como lo hacen las tortugas. Por esta razón, se crearon los deflectores en el dragado de aguas someras en los Estados Unidos de América.

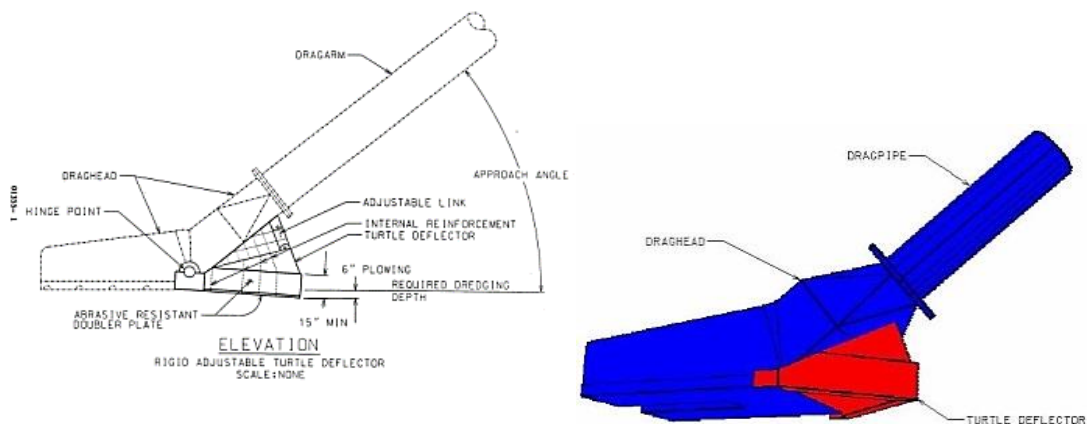


Figura VI.8. Esquema e imágenes del "turtle deflector draghead"

También esta la medida denominada “cadenas cosquilleras” para estimular a las tortugas a moverse del fondo del mar antes de que llegue la cabeza de la draga.

La empresa Boskalis ha probado varios métodos (deflectores, cadenas cosquilleras y cámaras submarinas, etc.) específicamente en el proyecto Gorgon en Australia en donde el método de cosquilleras siempre ha proporcionado los mejores resultados sin el impacto negativo en la producción. A lo largo del proyecto Gorgon en Australia, no se registraron accidentes con tortugas y las cosquilleras funcionaron de manera excepcional.

Otros equipos de exclusión de tortugas poseen dificultades técnicas u operacionales en las áreas de dragado en aguas más profundas. Boskalis sugiere el uso de “cadenas cosquilleras” delante de la cabeza de la draga como la forma más eficaz y adecuada para el medio ambiente marino, como en el área del proyecto. El argumento a favor de utilizar "cadenas cosquilleras" en lugar de un dispositivo de exclusión de tortugas en la cabeza de la draga se presenta a continuación.

Con base en el diagrama de flujo en la Figura VI.10, las cosquilleras de tortugas son la mejor opción en México, donde se encuentran sedimentos blandos y superficies onduladas. El uso de un deflector de tortuga sería poco efectivo y se corre el riesgo de quedarse atrapado en los sedimentos (véase sección anterior), ocasionandola ruptura de la cabeza de la draga, lo cual puede acarrear daños y retrasos considerables, creando un entorno de trabajo peligroso.

El principio fundamental de las cadenas cosquilleras (Figura VI.9) es la dispersión de las tortugas. Las cadenas cosquilleras están conectadas a los tubos de la draga y cuelgan aproximadamente 3 m enfrente de la cabeza de la draga, advirtiéndole a las tortugas sobre la presencia de la cabeza de la draga y empujando suavemente a un lado a las tortugas. Las tortugas tendrán suficiente tiempo de respuesta para moverse fuera del camino de la draga. Este método de dispersión flexible trabaja en las diferentes condiciones ondulantes de la superficie de la zona.

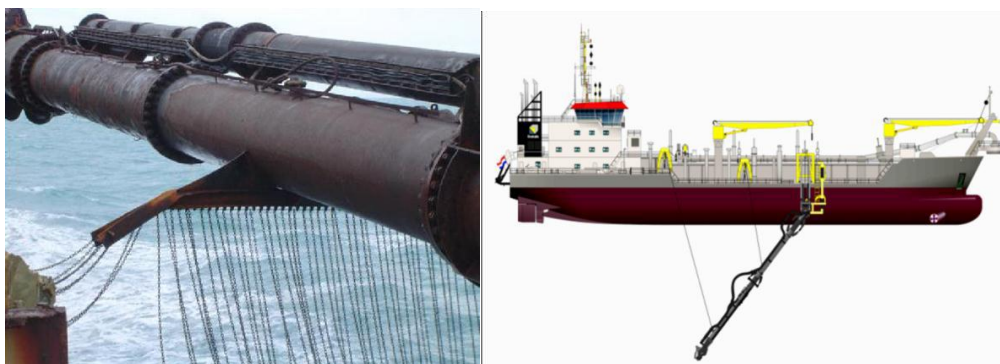


Figura VI.9 Cadenas cosquilleras en el tubo de la draga TSHD.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

DIAGRAMA DE FLUJO SOBRE EL TIPO DE DEFLECTOR DE TORTUGAS

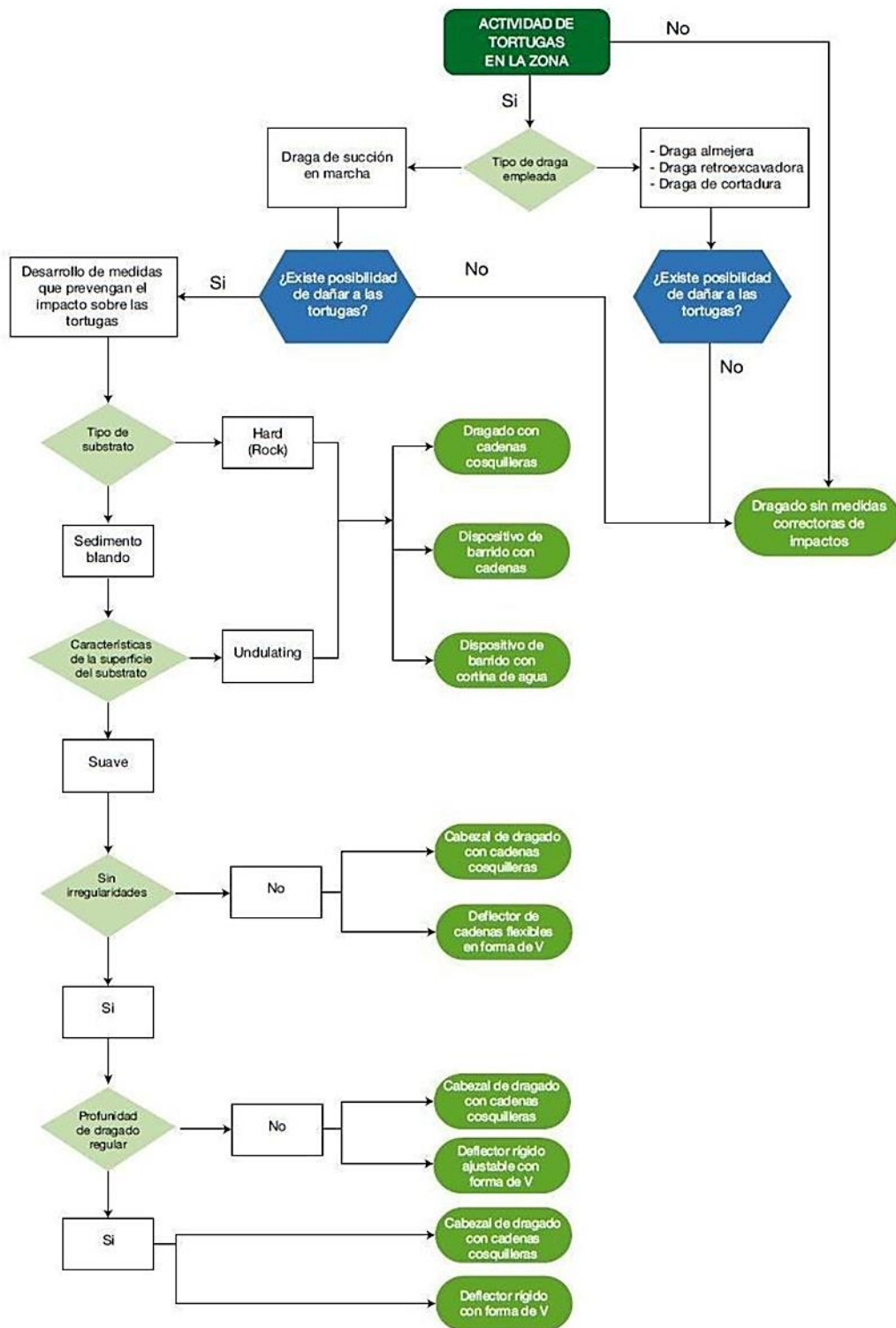


Figura VI.10 Diagrama de Flujo para Selección de Tipo de Deflector de Tortugas.



Figura VI.11 Dispositivos de cadenas como medio para ahuyentar las Tortugas Marinas en "Cornelis Zanen".

Propuestas para el área de dragado del Proyecto

A la luz de las recomendaciones formuladas por la empresa Boskalis y otros, se propone la siguiente metodología y manejo de las operaciones de dragado con relación a la prevención de arrastre de tortugas que puedan estar en el fondo del mar en el área de dragado:

1. Al llegar a la ubicación (cada ciclo) y antes del comienzo de dragado, en un área dentro de 300 metros de la draga (zona de exclusión), será inspeccionada visualmente. Si cualquier tortuga marina es avistada dentro de la zona de exclusión, el dragado no comenzará hasta que la tortuga haya salido de esa zona o no ha sido avistada en un periodo de 10 minutos.

Nota: La draga puede mover la ubicación para garantizar que la tortuga está fuera de la zona de exclusión.

2. Los observadores de fauna marina mantendrán un reloj para las tortugas marinas durante las operaciones de Dragado. En caso de que una tortuga entre en la zona de

exclusión durante las obras de dragado, las operaciones cesarán hasta que se encuentre fuera de la zona de exclusión o no se haya divisado en un periodo de 10 minutos.

3. El buque deberá estar estable, de modo que se minimicen las posibilidades de perder contacto con el fondo del mar durante las operaciones de dragado. En todo caso, éste sería el procedimiento operativo normal, porque se asegura la remoción eficiente de los depósitos del lecho marino. La operación de dragado se realizará de modo que las bombas de succión permanezcan apagadas siempre que la cabeza de succión no esté en contacto con el lecho marino; por ejemplo, al girar o realizar otras maniobras.
4. Las cadenas cosquilleras serán instaladas en el sistema de dragado, tal como se describió anteriormente, para minimizar el riesgo de que alguna tortuga se encuentre en el camino de la cabeza de la draga. El buque de dragado estará equipado con pantallas como parte del sistema operativo para la separación de material fosfático. Se propone llevar un registro de tortugas que sean arrastradas durante las operaciones de dragado. Considerando el tiempo que las tortugas permanecen sobre el lecho marino en aguas profundas, comparado con aguas poco profundas, se infiere que el riesgo de arrastre es menor en el área del proyecto. Sin embargo, los registros observacionales de arrastre de tortugas en las pantallas de la draga serán un método efectivo para asegurarse que el sistema de "cadena cosquillera" funcione correctamente.
5. Captura y reubicación de tortugas: Para reducir el riesgo de succión por la draga, se ha empleado el método de arrastre y reubicación de tortugas en el área de dragado, donde se sabe o se tiene la sospecha de la presencia de tortugas. Esta técnica se llevó a cabo por primera vez en 1980 por el Cuerpo de Ingenieros y de la Marina de los Estados Unidos para reducir los incidentes por

el dragado en el Puerto Cañaveral, Florida (Bargo, Glass, Fitzpatrick, & Ouellette, 2005).

La técnica a emplear consiste en la pesca de arrastre y reubicación para áreas donde se sabe que hay una importante riqueza y abundancia de tortugas marinas. El método se implementará durante tres a cinco días antes de la actividad de dragado. Si los resultados indican presencia de tortugas en la zona, se iniciará la pesca de arrastre de reubicación. El objetivo de esta técnica es reducir el peligro a las tortugas de ser succionadas por la draga de tolva. Durante las operaciones del dragado, el observador debe permanecer presente para monitorear en el mar a las tortugas y otros avistamientos claves (Bargo, Glass, Fitzpatrick, & Ouellette, 2005).

Las medidas de prevención para evitar la succión de las tortugas han logrado tener un gran éxito por lo que se recomienda la aplicación de cada una en el proyecto si se considera apropiado por la autoridad competente. Sin perjuicio de las prácticas de trabajo seguras, se llevarán a cabo inspecciones visuales de la draga de tolva y será reportado cualquier indicio de restos de tortugas.

Monitoreo

- a) Se deberá llevar una bitácora en la que se registren varios factores y su periodicidad; por ejemplo, el número de días en los que las actividades del proyecto paren completamente, la velocidad promedio del barco en actividades de trabajo, las fechas de mantenimiento del barco y el equipo de trabajo, el número de revisiones y la limpieza de las alarmas acústicas.
- b) Llevar un observador a bordo para registrar en una bitácora la incidencia del proyecto en las tortugas y las medidas implementadas para su protección. Además se propone Colaborar con las instituciones regionales de investigación y con SEMARNAT, estableciendo convenios para identificar las causas de la mortandad de tortugas *Caretta*

caretta o caguama, y los sitios de alimentación con mayor concentración de tortugas para que, en la medida de lo posible, se eviten las actividades de dragado en esa zona.

- c) Con el propósito de medir la eficiencia de los equipos de exclusión de tortugas, proponemos que haya una persona entrenada abordo, con el propósito de registrar aquellas tortugas que sean atrapadas por la draga y documentarlas en un cuadro de registro para ser reportadas a SEMARNAT, y se busquen medidas adicionales que eviten la afectación de las tortugas. Cabe mencionar que a las profundidades de trabajo del área del Proyecto no se espera la presencia de tortugas Caguama en cifras importantes, por exceder sus límites de profundidad.

Medidas adicionales

- Secundar esfuerzos para la conservación de las tortugas marinas, apoyando a los santuarios y los criaderos de tortugas que sean manejados por ciudadanos locales.
- Capacitación y empleo a residentes locales que apoyen estos proyectos. Iniciaremos este esfuerzo junto con el arranque del proyecto.

Resumen

En el Programa de Protección de Tortugas Marinas se contempla la implementación de modernas medidas de mitigación para minimizar los impactos a los quelonios, principalmente en la tortuga (*Caretta caretta*). Las medidas de protección se basan en la asunción de que la pérdida de una sola tortuga demanda medidas de mitigación específicas, conocer la causa de la pérdida e implementar medidas eficaces y razonables para evitar que este tipo de pérdida se vuelva a producir.

Las medidas de protección incluirán:

- A) Medidas de ingeniería:** Antes de comenzar el dragado, el contratista proporcionará especificaciones sobre todos los equipos a emplear. Incluyendo detalladas

especificaciones en la propuesta de dispositivos que se colocarán en la cabeza de la draga, se le requerirá que los dispositivos estén acorde a la última tecnología ensayada y disponible, y además serán coherentes con el diseño que se ha demostrado eficaz en USA, dónde los dispositivos se han usado y se ha monitoreado su eficacia para evitar la succión de tortugas durante décadas. Además, el contratista proporcionará especificaciones sobre las cadenas cosquilleras, que se considera que estpantan a cualquier tortuga que se encuentre cerca de la zona. La draga tendrá mecanismos de adrizamiento que asegure un contacto óptimo entre la cabeza de la draga y el substrato marino. La draga se equipará con mallas de cribado con fácil acceso para mantener una inspección visual constante en el caso de que una tortuga haya sido succionada.

- B) Medidas operacionales:** El contratista cumplirá con un estricto sistema de manejo de las bombas y control de succión a lo largo de la instalación. Esto obligará a que el dragado no se inicie antes de que la cabeza de succión toque el suelo. Antes de que la cabeza toque el fondo, las bombas estarán desactivadas. El contratista cumplirá con los requerimientos para controlar las variaciones de corrientes y de vientos que permitan que la cabeza de succión se mantenga en el fondo en todo momento. La cabeza de dragado estará además equipada con un moderno instrumental que monitorizará la succión y la posición del brazo de succión y la cabeza en todo momento.
- C) Medidas de seguimiento:** El contratista permitirá la presencia de un observador independiente a bordo de la draga. El observador será responsable del seguimiento de la carga de la cántara, las rejillas de inspección de cribado y el funcionamiento y monitoreo de la cabeza de succión. El observador también tendrá la tarea de observar y registrar la presencia de tortugas en el entorno de trabajo y llevar un control que será entregado a las autoridades para su correcto conocimiento. En el caso de que se produzca una succión accidental de una tortuga, el observador registrará el evento y lo pondrá en conocimiento de las autoridades.

En el caso de que no existan datos cuantitativos sobre la tortuga *Caretta caretta* en el área activa de dragado, no se puede realizar una estimación objetiva de probabilidades de succión de una tortuga por la draga. Sin embargo algunos factores demuestran que la probabilidad de que esto ocurra adaptando estas medidas es muy baja. En primer lugar, el sitio del proyecto que va a ser dragado se encuentra en el límite inferior de capacidad de buceo de las tortugas, lo que limita el tiempo de presencia en el fondo de las tortugas y su encuentro con el brazo de succión. En segundo lugar, el medio ambiente del proyecto representa un fondo amplio y abierto; la estadística demuestra que la mayoría de las succiones accidentales de tortugas se han producido en entornos de canales o pasos estrechos de navegación, lo que favorece que las tortugas se concentren en el fondo.

La estadística demuestra que se produce menos de una succión de tortuga por draga operativa en la zona atlántica y del Golfo de México de los Estados Unidos, esta estadística demuestra la eficiencia de las medidas descritas.

A la luz de la gran cantidad de datos provenientes del seguimiento de los dragados y la evaluación del riesgo de succión accidental que se registran en USA, al aplicarlo a la realidad del área de trabajo del proyecto, se espera que disminuyan las posibilidades de que se produzca una succión accidental tomando las medidas previstas. Con estas medidas de mitigación, en combinación con una probabilidad baja y para evitar este tipo de impacto se plantea el desarrollo de acciones coordinadas con las autoridades, o instituciones académicas o de investigación, para analizar y desarrollar medidas que eviten la afectación a las tortugas.

VI.6. Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos

El impacto ambiental que cobra relevancia, asociado al proceso de dragado, es la succión sobre los recursos de los fondos marinos. A continuación se presentan los objetivos del presente programa.

Objetivos

- Llevar a cabo el monitoreo de los recursos biológicos en el lecho marino en el Área Activa de Dragado.
- Realizar muestreos para el análisis de la infauna bentónica en el Área Activa de Dragado.
- Realizar muestreos para el análisis de la epifauna bentónica en el Área Activa de Dragado.

El análisis e interpretación de los resultados de los muestreos, nos permitirá visualizar, por un lado, los impactos, y por otro, el grado de recuperación de la infauna y la epifauna.

Impactos ambientales que serán atendidos

Los principales impactos ambientales hacia los recursos biológicos en el lecho marino, en el sitio del proyecto, son los siguientes:

Tabla VI.4 Impactos ambientales atendidos

Impactos atendidos
Pérdida o afectación del hábitat
Pérdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna
Afectación a la distribución local de organismos bentónicos
Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas

Afectación a la actividad pesquera

Las estrategias que más adelante se plantean en el **Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**, atenderán los impactos ambientales de afectación a la distribución local de organismos bentónicos y alteración en la diversidad de comunidades bentónicas. Cabe señalar que el impacto ambiental identificado, como es la pérdida o afectación del hábitat, es atendido simultáneamente con otros programas tales como el **Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado**, y el **Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino**. Asimismo, el impacto de afectación a la actividad pesquera está atendido, aunque de manera indirecta, con los programas mencionados incluyendo, entre otros, el **Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino**.

Estrategias

Los requisitos de seguimiento para determinar la naturaleza y extensión de la zona de impacto sobre estos recursos están bien establecidos para la industria de agregados marinos, y recientemente han sido resumidos por Ware y Kenny (2011): "*Directrices para la conducta de los estudios bentónicos en sitios de extracción de agregados marinos*". Estas directrices han sido adoptadas como un estándar por el Gobierno del Reino Unido, Marine Management Organisation (MMO), y también han sido aprobadas como procedimiento estándar por el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM).

Estas directrices serán adoptadas como parte del programa de monitoreo para determinar los impactos y los procesos de recuperación, tras el cese de las distintas fases y actividades del proyecto .

Monitoreo de los Recursos Biológicos en el lecho marino.

Nosotros hemos realizado estudios de las principales comunidades biológicas y biotopos locales, por las imágenes de los fondos marinos, utilizando un vehículo operado remotamente (ROV), como parte de los estudios de línea base para la presente MIA. Estas técnicas son las

más adecuadas para establecer la distribución general de los hábitats y biotopos de la región, por lo que se establecerá un monitoreo de cumplimiento con los recursos biológicos.

Monitoreo de los impactos ambientales y la recuperación de la Infauna bentónica

Se tomarán muestras cuantitativas en una serie de sitios dentro de la zona de dragado. Tanto en los depósitos bajo la 'huella' de la deposición de la pluma de dispersión (expuesta en el capítulo V), como en estaciones de control fuera de la zona potencial de impacto por el dragado en el área de concesión, y serán el mismo conjunto de estaciones que el que se utilizará para analizar la composición de tamaño de partícula y la química de los sedimentos atribuibles a la pluma de dispersión. Los sitios y estaciones se determinarán conforme avance el proyecto.

Se tomarán muestras para el análisis de la infauna bentónica de un volumen de 0.1 m³ mediante una pequeña draga tipo Hamon, que minimiza la pérdida de las mordazas de la pinza durante el muestreo. Aproximadamente un volumen de 10 litros de los depósitos de los fondos marinos serán muestreados con la draga tipo Hamon. Una pequeña muestra será tomada para el análisis de la composición de tamaño de partícula de los depósitos, un análisis granulométrico. El resto de la muestra será tratada a través de un tamiz de malla de 1 mm a bordo del buque, antes de ser conservado en formol neutro para su posterior análisis cuantitativo, que permita evaluar la variedad de especies y abundancia de la fauna invertebrada.

Se da una descripción completa de los métodos utilizados para separar e identificar la infauna bentónica en las "*Directrices para la realización de estudios bentónicos en zonas de extracción de agregados marinos*" (Ware y Kenny, 2011). Esencialmente las muestras que han sido separadas del sedimento sobre un tamiz de malla de 1 mm a bordo del buque oceanográfico, serán conservadas en formol y analizadas cuidadosamente para determinar la especie usando un estereomicroscopio. Estos datos se registrarán en hojas de cálculo, junto con procedimientos de aseguramiento de calidad completos, incluyendo los procedimientos para el control de las muestras desde el buque de investigación para el laboratorio analítico y el estado de certificación del laboratorio (si se utiliza la calificación de –NMBAC de Control

analítico biológico marina nacional al igual que como se hizo para laboratorios en Reino Unido). Se mantendrá una colección de referencia para asegurar la consistencia de la identificación, así como una lista completa que contenga el registro del número de individuos de cada especie para cada muestra.

Los resultados de los análisis se utilizarán para establecer la taxonomía de la infauna y relacionarla con la geología del lugar. En definitiva, se busca delimitar y definir con eficiencia las comunidades biológicas asociadas a cada tipo de sustrato. La distribución de las comunidades biológicas también se correlacionará con la composición química de los sedimentos y otras variables ambientales utilizando una subrutina dentro del procedimiento estadístico multivariable. Se propone utilizar el paquete estadístico de cartilla para el análisis de la composición de la comunidad, y para esto se correlaciona con variables ambientales utilizando la rutina sub-BIOENV dentro del procedimiento estadístico de cartilla.

Monitoreo de los impactos ambientales y la recuperación de la Epifauna bentónica.

La epifauna bentónica se compone de móviles invertebrados y peces que viven en la superficie de los depósitos. Son, sin embargo, un componente importante de la comunidad de los fondos marinos que está disponible como recurso alimenticio en la cadena alimenticia marina, y que conduce a recursos explotables comercialmente como peces, aves y mamíferos marinos.

Para un mejor muestreo de los peces pequeños y de la epifauna, se tomará la muestra mediante el arrastre científico de una viga pequeña equipada con una red de malla fina para permitir la captura de pequeñas especies. Este método es un procedimiento estándar para los estudios bentónicos en aguas del Reino Unido (véase Ware y Kenny 2011). El arrastre de las muestras se tomará a distancias conocidas (generalmente 500 m), y se analizará la captura a bordo de la embarcación. Las muestras se tomarán en la misma campaña anual que se implementará para tomar muestras de los fondos marinos, en un mínimo de 20 sitios ubicados dentro de la zona de deposición definida para sedimentos de la pluma de dispersión, y en las áreas circundantes.

Los peces e invertebrados de las muestras de arrastre obtenidas, se pueden cuantificar en términos de abundancia y variedad de especies y se podrán analizar usando el mismo

procedimiento estadístico multivariable, como el de la infauna bentónica. Esto permitirá la identificación de la composición de la comunidad en el área de estudio. El despliegue de una red de arrastre de viga científica, para este tipo, es el procedimiento estándar dentro del análisis de la composición de la comunidad de los seres que habitan en la superficie, aunque cabe señalar que la información es 'semi-cuantitativa', en el sentido de que algunos de los más grandes peces pueden escapar, por su movilidad, de la captura en una pequeña red de arrastre de este tipo.

El muestreo de los invertebrados móviles y de peces, se llevará a cabo en la misma frecuencia que el muestreo del gancho agarrador para infauna bentónica, estableciendo la composición de la comunidad en relación con la distancia del sitio de dragado. En ambos casos, será necesario llevar a cabo estudios para establecer la composición de las comunidades previo al dragado, y para permitir una comparación estricta con posibles cambios que puedan ocurrir con el tiempo dentro del área de dragado y en los depósitos circundantes.

Identificación de los recursos biológicos en el suelo marino y sus amenazas

Los estudios de las principales comunidades biológicas y biotopos en la zona han sido definidos en base a los transectos de video realizados con navegación del ROV, como parte de las líneas principales de estudio científico que fortalece esta MIA.

Estas técnicas han sido las que mejores resultados han aportado para el establecimiento de una distribución general de los biotopos en la región. Nuestra intención es realizar un estudio estadístico cuantitativo para el estudio de estos impactos ambientales durante el dragado, y así evaluar la recuperación de los componentes afectados al finalizar el dragado.

Cabe señalar que las causas de afectación a la ictiofauna pueden ser naturales o producidas por las actividades humanas, como la sobreexplotación pesquera

Medidas de mitigación para el impacto ambiental a la ictiofauna

- Elaborar un análisis estadístico de ictiofauna asociada al área del proyecto, que no es precisamente una medida de mitigación pero será base para determinar la diversidad presente en esa área.
- Desarrollar medidas que ayuden a la recuperación del suelo marino y sus ecosistemas.
- Se establecerán medidas específicas para el desarrollo de las actividades, tales como:
 - ❖ Antes del inicio de las actividades, se tendrán los resultados del componente de ictiofauna asociada al área del proyecto. Esta información es el punto de partida para iniciar el seguimiento y control de los efectos que se generen sobre el ecosistema.
 - ❖ Se indicarán las restricciones y obligaciones ambientales que tiene el proyecto y el personal que labore en éste; se hará énfasis en la no caza o captura de especímenes.
 - ❖ Se instalarán 10 señales informativas donde se indique la prohibición de pesca a todo el personal del proyecto; su ubicación será establecida en coordinación con la interventoría considerando los puntos estratégicos.
 - ❖ Se realizarán, igualmente, dos Talleres de Educación Ambiental sobre temas ligados a los ecosistemas marinos, períodos de reproducción, mecanismos reguladores que se pueden establecer y conformar para la protección del ecosistema.

Presentación de Informes.

El análisis de los invertebrados bentónicos ha sido un proceso largo y muy laborioso, y gran parte de los trabajos a realizar han de efectuarse paralelamente a la extracción de arenas fosfáticas. Para la propuesta de una cuadrícula de muestra, se consideran 150 estaciones y se requiere de un mínimo de 4 meses para identificar y cuantificar la fauna. Adicionalmente, se requieren más de 2 meses para el reporte de análisis de una comunidad completa.

Se propone la entrega de los informes completos interpretados ante la SEMARNAT, de manera anual y con un total de nueve meses de recolección de muestras. Estos informes serán independientes y contendrán los detalles completos del programa de muestreo, control de calidad y procedimientos analíticos, junto con las hojas de datos para la variedad de especies y abundancia. Se proveerá de una interpretación completa acerca de la composición de la comunidad y de las inferencias sobre los impactos ambientales y la recuperación, sustentada con la información generada.

La evaluación del grado de recuperación de los recursos biológicos del fondo marino se basa en amplios estudios desarrollados en todo el mundo, entre los que se incluyen algunos realizados en el Golfo de México (resumidos en Newell et al., 1998)²²; todos ellos llegan a la conclusión común que la recolonización por migraciones internas de individuos móviles adultos y por la colonización del plancton se logra sustancialmente en el plazo de meses posteriores al dragado en el caso de depósitos de substratos poco cohesivos como es el caso del área del proyecto. Para el proyecto, conforme a la revisión de la composición de las comunidades biológicas, la comunidad bentónica dominante corresponde a los nemátodos, con proporciones destacables de Oligochaeta, Polychaeta y pequeños moluscos. Estos pequeños organismos bentónicos poseen un reconocido corto lapso de vida, y un alto grado de reproducción y recolonización. La estructura de las comunidades marinas en el área del proyecto, sugiere que la recolonización será un proceso que se realizará muy rápido (en meses) por aquellos organismos dominantes, dejando paso a una posterior recolonización total de la estructura completa de las comunidades y la restauración de la biomasa,

²² Newell, R. C, Seiderer, L.J. & Hitchcock, D.R., 1998. The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources in the seabed. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 36: 127-78.

incluyendo aquellos individuos de crecimiento más lento como los bivalvos o los moluscos en un plazo ya mencionado en el programa de resturacion del fondo marino.

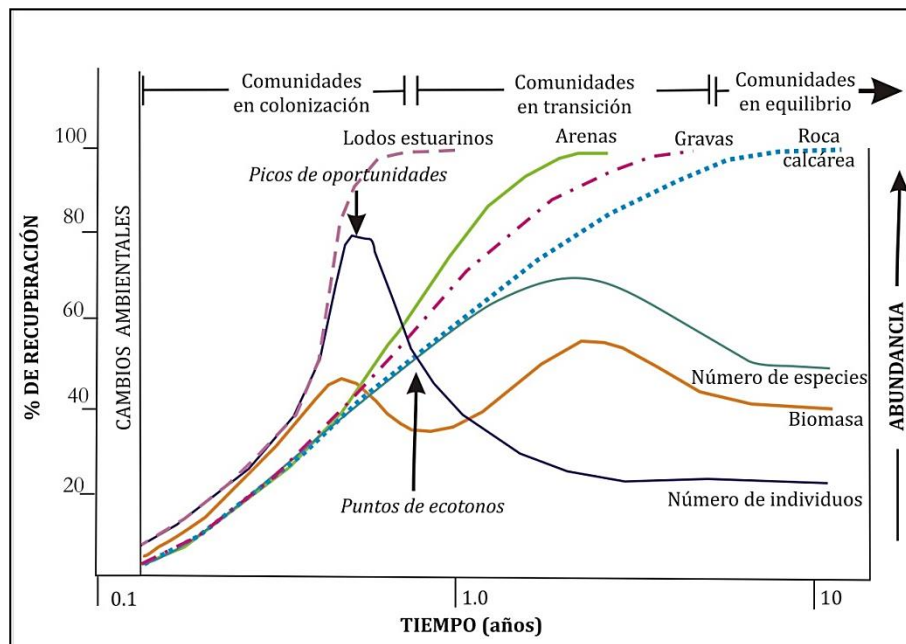


Figura VI. 12. Capacidad de respuesta posterior al dragado en las comunidades bentónicas por tipo de sustrato. Fuente: Newell, (2004).

Es cierto que estos estudios no se han realizado específicamente en el área del proyecto, lo que los limita a utilizarlos como una afirmación hasta en tanto se lleve a cabo un dragado en esa zona, pero se considera que no existe razón para suponer que los sedimentos en el área del proyecto serán recolonizados siguiendo un patrón diferente a aquellos que han sido estudiados por todo el mundo.

Hemos querido plantear el más completo análisis multivariable en cuanto a la composición de las comunidades para definir con solvencia la naturaleza y la escala del impacto ambiental por el dragado; y el grado de recolonización y proceso de recuperación del área del proyecto, antes y durante el dragado. Conforme a la bibliografía la colonización inicial y la recuperación de las especies a nivel de diversidad y de densidad, sigue el siguiente proceso

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

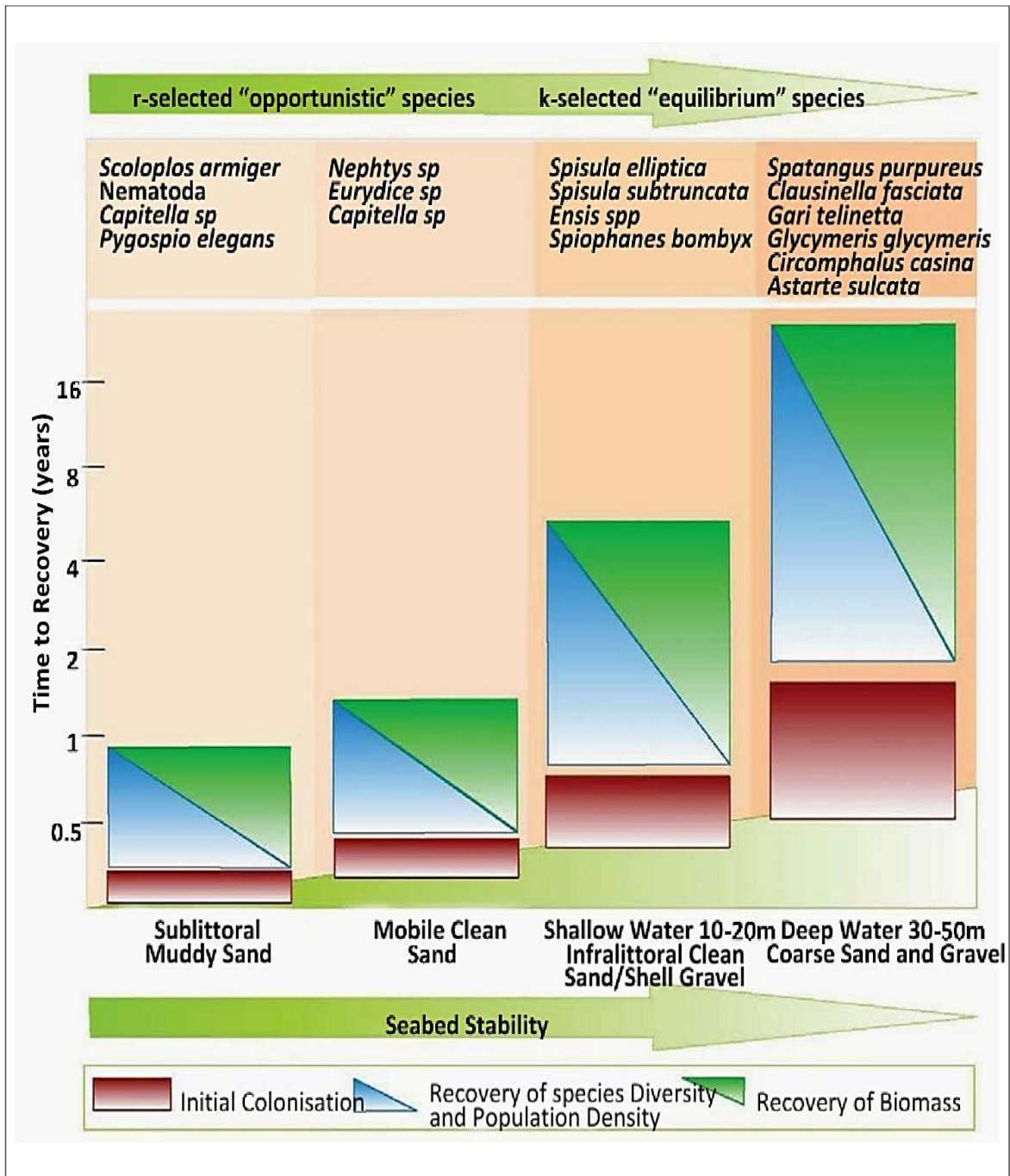


Figura VI.13. Proceso de recuperación de la fauna en áreas dragadas.

Con base a los procesos de recuperación y los estudios científicos realizados en sustratos complejos (ver Figura VI.13) es que se prevé la recuperación de la fauna bentónica, a la cual se le dará seguimiento mediante el Programa de Protección de Monitoreo de Peces Marinos e invertebrados bentónicos.

En cuanto a la recuperación de los recursos biológicos, el capítulo II de la MIA incluye el apartado “Recuperación de los recursos del fondo marino durante la etapa de abandono del sitio”, en donde se expone que la velocidad de la recuperación natural de los recursos biológicos en el suelo marino depende parcialmente de que la composición física de los sedimentos sea la misma, o similar, a la que estaba presente antes del dragado. En ese apartado también se indica que los estudios realizados sobre diferentes tipos de dragado, por todo el mundo, han mostrado que las comunidades biológicas que se caracterizan por habitar en zonas arenosas, poseen una gran capacidad de recolonización y crecimiento en sus comunidades. Esto es atribuible a que las especies que habitan el fondo marino son predominantemente pequeños animales activos que pueden migrar hacia los depósitos dragados, colonizándolos con su deposición larvaria gracias a la circulación del plancton. Por otra parte, especies como los pepinos marinos (Holotúridos) producen una gran cantidad de larvas que se incorporan a la circulación del plancton, permitiendo una rápida recolonización de las áreas dónde el dragado ya ha finalizado.

Los aspectos que se están considerando para la recuperación de los recursos biológicos son los siguientes:

- 1. El suelo marino del área donde se pretende realizar el dragado se caracteriza por estar compuesto de arenas, fangos y limos muy finos, y los videos realizados en la zona sugieren que la macro fauna presente en el suelo marino es relativamente escasa y dispersa, comparada con aguas más profundas situadas al oeste, o con el área costera situada más al este.**

- 2. En la zona existe una importante mezcla de aguas profundas y especies de aguas más someras, que ayuda a la recolonización de las áreas que han sido dragadas.**
- 3. Al terminar una fase extractiva y trasladar la draga a otro sector, permitirá la rápida recuperación de la zona dragada**
- 4. Comúnmente, la completa recuperación en arenas se produce en torno a los nueve meses (Newell et al., 1998; Foden et al 2009); sin embargo, se ha observado que se precisa de un periodo entre 2 a 3 años en suelos de mayor estabilidad y en fangos para obtener una recuperación importante. En contraste, substratos rocosos mucho más estables y sólidos, donde se dan cita comunidades mucho más complejas y de crecimiento más lento pueden tomar varios años para llegar a tener un buen ritmo de crecimiento y llegar a su recuperación completa.**

Considerando que la recuperación de los recursos biológicos depende inicialmente de la recuperación de los suelos, en el apartado “Etapa de abandono del sitio”, incluido en el capítulo II, se hace referencia a la recuperación del suelo marino una vez que cesan las actividades de dragado, lo cual ha sido estudiado y monitoreado en el Reino Unido, y con ello se han desarrollado técnicas que favorecen la recolonización y recuperación de áreas que han sido dragadas.

Como se expuso inicialmente, este Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos atenderá (en conjunto con otros programas), los siguientes impactos ambientales: alteración de la diversidad de comunidades bentónicas, pérdida o afectación de individuos especies de ictiofauna, afectación de hábitats y de distribución local de organismos bentónicos, lo que hace necesario considerar también la siguiente información.

Mucha de la macrofauna que habita en áreas cercanas a dónde se va a producir la alteración de sedimentos están muy bien adaptadas a salir a la superficie en el caso de que se produzca una

cubrición (ver Schaffer 1972)²³. Los estudios realizados por Maurer et al. (1979)²⁴ demuestran que mucho de esos animales pueden migrar verticalmente hasta 30 cm en el interior del depósito sedimentario, y esta habilidad se puede desarrollar por las características del sedimento en aguas abiertas. Kukert (1991)³ demostró por ejemplo, que aproximadamente el 50% de la macrofauna en el área batial de la cuenca marina de Santa Catalina eran capaces de emerger a la superficie del lecho entre 4 y 10 centímetros rápidamente. La cuenca de Santa Catalina está ubicada al Norte del depósito del Proyecto.

Otro de los elementos relativos a la recolonización de los depósitos que se suceden a la deposición de sedimentos, reside en la capacidad de los adultos de migrar y trasladarse a través de depósitos sedimentarios relativamente finos (para la evaluación, véase Newell et al. 1998)⁴.

Los potenciales efectos de la deposición del sedimento sobre los organismos residentes bentónicos en el suelo marino han sido considerados con detalle en un informe de la Scottish Association for Marine Science (SAMS), incluido completamente en el Anexo 8:

Este estudio sostiene tres puntos principales:

- Análisis de la resiliencia de los organismos bentónicos a la sedimentación en el Atlántico Norte muestra que la mayoría de los organismos que componen la comunidad son resilientes a la deposición. De este estudio se infiere que las comunidades del fondo marino en otro lugar principalmente comprenden animales que se han adaptado a sobrevivir y emerger de los eventos de deposición naturales que ocurren en los eventos naturales, como el desplazamiento de sedimentos en la plataforma continental y los eventos de alta energía como las tormentas.

²³ Schafer, W. 1972. Ecology and Paleocology of Marine Environments. Chicago: University of Chicago Press. ³ Maurer, D. L., Leathem, W., Kinner, P & Tinsman, J. 1979. Seasonal fluctuations in coastal benthic invertebrate assemblages. *Estuarine and Coastal Marine Science* 8, 181-93.

²⁴ Kukert, H. 1991. In situ experiments on the response of deep sea macrofauna to burial disturbance. *Pacific Science* 45, 95 only. ⁴ *Ibid.* 1

- Se realizaron estudios experimentales directos sobre la supervivencia y la emergencia de una variedad de especies invertebradas, mostrando que algunas como los bivalvos son capaces de cerrar sus valvas y sobrevivir hasta 20 días enterradas.
- Otras especies son capaces de reemerger hasta 20 centímetros de depósito, mientras que otras como algunos gusanos poliquetos son capaces de construir un tubo de emergencia que los conduce a la superficie del sedimento donde su tubo normal estaba construido.

Se debe considerar que no se han desarrollado los mismos estudios sobre los invertebrados específicos del Golfo de Ulloa, pero se revisó la información disponible sobre los probables impactos generados por la redepositación de sedimentos y se realizó un Análisis de enterramiento de organismos (ver Anexo 8), que pueden servir como referencia para considerar que las comunidades faunísticas podrían emerger del área de deposición que dejarán la draga y la barcaza en el fondo marino; lo cual se determinará con los programas de monitoreo que permitirán el seguimiento a las especies del área del proyecto.

VI.7. Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico del Medio Marino.

Los impactos ambientales potenciales en torno al sonido fueron considerados en el Capítulo V de la presente MIA y en los informes suplementarios de HR Wallingford presentes en el Anexo 10.

El presente programa se enfocará en el monitoreo acústico en el medio marino, y el análisis derivado del monitoreo servirá de referencia para atender con estrategias, o medidas, los impactos negativos de contaminación por ruido sobre los mamíferos marinos, peces cartilaginosos, ictiofauna, tortugas, y toda aquella fauna marina registrada en el área del

proyecto y su zona de influencia. Es importante destacar que los mamíferos marinos, tiburones, y rayas, representan el eslabón superior de la cadena trófica de los sistemas marinos. Ellos regulan las cantidades de fito y zooplancton que se generan en el mar, así como a las poblaciones de peces, crustáceos y otros organismos marinos. La zona en la que se propone desarrollar este proyecto no se sobrepone pero es contigua a rutas de migración para la reproducción de algunas especies de mamíferos, tiburones y rayas. Hay que destacar que las filmaciones del ROV han demostrado, en los transectos de navegación, que en el área de trabajo la vida es inhóspita debido a la presencia de arenas fosfáticas, y que en la zona de trabajo se puede detectar muy poca vida marina.

Objetivos

- ✓ Proteger a las poblaciones de fauna, particularmente a las especies en algún estado de protección, contra los efectos adversos que puedan derivar de la contaminación por ruido por la operación del proyecto.
- ✓ Establecer medidas de mitigación, prevención y compensación que minimicen los impactos por contaminación por ruido derivados de las actividades del proyecto.

Impactos que serán atendidos por el programa

Los impactos más significativos generados por las actividades de dragado y extracción de sedimentos marinos se describen en el capítulo V y se muestran en la tabla VI.5.

Tabla VI.5. Impactos que se atenderán

Impactos ambientales atendidos
Pérdida o afectación de hábitat
Contaminación submarina por ruido

Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilaginosos
Afectación a la actividad pesquera

Las estrategias planteadas para el **Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico del Medio Marino**, atenderán los impactos ambientales de contaminación submarina por ruido que se generará por la ejecución del proyecto, así como el impacto a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilaginosos. Sin embargo, el impacto identificado como pérdida o afectación de hábitat, será atendido con el programa de protección de Fauna Marina y a su vez, con otros programas coadyuvantes como son el **Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado** y el **Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**. Asimismo, el impacto de afectación a la actividad pesquera está atendido, aunque de manera indirecta, con los programas mencionados incluyendo, entre otros, el **Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino**.

Medidas de prevención, mitigación y compensación

A. Monitoreo de sonido

La empresa Exploraciones Oceánicas S. de R.L. de C.V., ha realizado un importante modelaje de generación de sonido producto de las operaciones extractivas de dragado con la empresa británica HR Wallingford, líder mundial en este tipo de estudios; la conclusión a la que se ha llegado, es que los niveles de ruido generados por esta operación son similares en intensidad y magnitud a las naves de avistamiento de ballenas que frecuentan la región, a las naves mercantes que atraviesan las rutas comerciales y a las naves de los pescadores. Esta intensidad de ruido tiene una mínima afectación sobre los mamíferos y peces de la región.

Los mamíferos marinos y los peces cartilaginosos utilizan el sonido para obtener información de su entorno, alertarse sobre la presencia de depredadores, de alimentación o peligro, y para comunicarse con sus con-específicos. Las distintas especies han desarrollado diferentes

llamadas que, dependiendo del tipo, se transmiten en los distintos estratos de la columna de agua. En general, las fonaciones de los cetáceos ocurren principalmente en la superficie del mar; en segundo orden de importancia en el fondo marino y finalmente, en la columna intermedia de agua.

El sonido generado por las actividades de dragado podría llegar a tener algún efecto para algunas especies aunque generalmente no es constante, intermitente y es de baja frecuencia. Las medidas de prevención y mitigación que se proponen implementar con el fin de no causar afectaciones a la comunicación de los mamíferos marinos, debido a la contaminación acústica por las actividades de dragado, se describen en apartados anteriores como medidas de prevención, compensación y mitigación del **Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas**. No obstante, las alarmas acústicas deberán ser las adecuadas para los anchos de bandas sonoras susceptibles para las ballenas y delfines.

B. Afectación de hábitat en el fondo marino

Por sus bajos niveles e intensidad, como lo han demostrado los modelos generados por la empresa HR Wallingford, el sonido generado es mínimo, y los impactos en detrimento de la calidad del agua, así como la pérdida de fuentes de alimentación por aumento en la turbidez y calidad del agua que puede disminuir la productividad primaria de la zona y por lo tanto, a las poblaciones de las que se alimentan las ballenas y pinnípedos, son insignificantes. Sin embargo, el impacto al hábitat será mínimo, ya que representa una pequeña porción del área de distribución de las especies, toda vez que anualmente sólo se intervendrá un área, como ha quedado detallado en el capítulo II de la presente MIA. Se tendrá un control sobre otros parámetros como son la turbidez y la calidad del agua durante las operaciones de dragado, los cuales serán atendidos en otros programas para garantizar que los patrones de alimentación normal de estas especies no se vean afectados (ver Programa de Control y Seguimiento de la Calidad de Agua del Medio Marino y Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino).

En la Tabla VI.6 se presentan algunas características de los “Pingers” diseñados para delfines, cuya propuesta es presentada para utilizarse en el proyecto.

Tabla VI.6. Especificaciones de señales acústicas diseñadas para delfines

(Tomado de Franse 2005).

	Dato 1	Dato 2
Características diseñadas		
Síntesis de diseño	Digital	Análogo
Nivel de origen (max-min) Re 1 μPa @ 1m	145 dB	130-150 dB
Frecuencia fundamental	a) 20-160 kHz Campo de banda ancha b) 10 kHz	10 kHz
Frecuencias armónicas altas	si	si
Duración de pulso (nominal)	300 ms	300 ms
Intervalo de interpulso	a) 4-30 segundos Ensayos aleatorios b) 4 segundos	4 segundos
Características implementadas		
Espacios máximos entre dos aparatos acústicos de disuasión a lo largo de las redes	200 m, con un aparato acústico de disuasión preparado para cada final de la red (o la combinación de las redes entrelazadas)	100 m, con un aparato acústico de disuasión preparado para cada final de la red (o la combinación de las redes entrelazadas)

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Las especificaciones para las señales acústicas de las ballenas, leones marinos y otros peces se presentan en la Tabla VI.7.

Tabla VI.7. Características de diferentes señales de advertencia acústica para diferentes grupos marinos. (Adaptado de Gordon et al. 2007; Lepper et al. 2004; McKinley et al. 1988; Ace Aquatec promotional material (AA-03-037) and Gerstein et al. 2007.)

Categoría	Blanco (objetivo)			Manufatura	Nombre del aparato	Frecuencia (KHz)	Nivel de Origen (Re 1 µPa @ 1m)	Duración de transmisión (S)	Duración de pulso (ms)	Ciclo obligatorio
	Foca	Cetáceo	Otros							
AHD				Almar	dB Plus II	10.3	192	2.25	1.4-2	
				Ace Aquatec	Silent Scrammer	8-20	165	0.33- 0.48	1.4- 14	1:1 +
				Ace Aquatec	MMD	10-20	194	2	250	1:7-80
				Teresos	DSMS-4	1.8-3.8	146- 178	15- 120	8-16	1:18
ADD				DuKane	Net Marca1000/20 00	10	130- 150		300	1:13
				Aquate Submari no	AQUAMarca10 0-300	10-160 tonos & fq barrido	145		300	1:13- 100 regular o aleatori o

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Categoría	Blanco (objetivo)			Manufatura	Nombre del aparato	Frecuencia (KHz)	Nivel de Origen (re 1 μPa @ 1m)	Duración de transmisión (S)	Duración de pulso (ms)	Ciclo obligatorio
	Foca	Cetáceo	Otros							
				Fumunda marina	FMP 332	10	130-134		300	1:13
				Lien	L2/L3	2.5-3.5	110-132		300	<1:7
				STM	DDD02/02F	1-500	<150		~100	1:2400 +
				Almart	Gillnet Pinger	10	132		300	1:13
Acercamiento de Bote			Pez Mantes	Gestein et al. 2007	Manatee Alert Decive	10-20 kHz	120		variable	variable
Elsión de toma de agua				Fishdron e	**	0.02-1	160-175		3000	1:1.3
				Sistema hablado		<2	n/a		variable	variable
				The Hammer		Impulsivo			200	

C. Reducción o exclusión de hábitat

De acuerdo a bibliografía reciente relativa a las rutas migratorias de ballenas en la zona, las cuales indican que éstas pasan aproximadamente a 135 Km del área del proyecto, y que la zona no representa un área de reproducción o alimentación importante, sino sólo es zona de paso, se espera que no se vean afectadas las poblaciones de estas especies (Figura VI.14).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

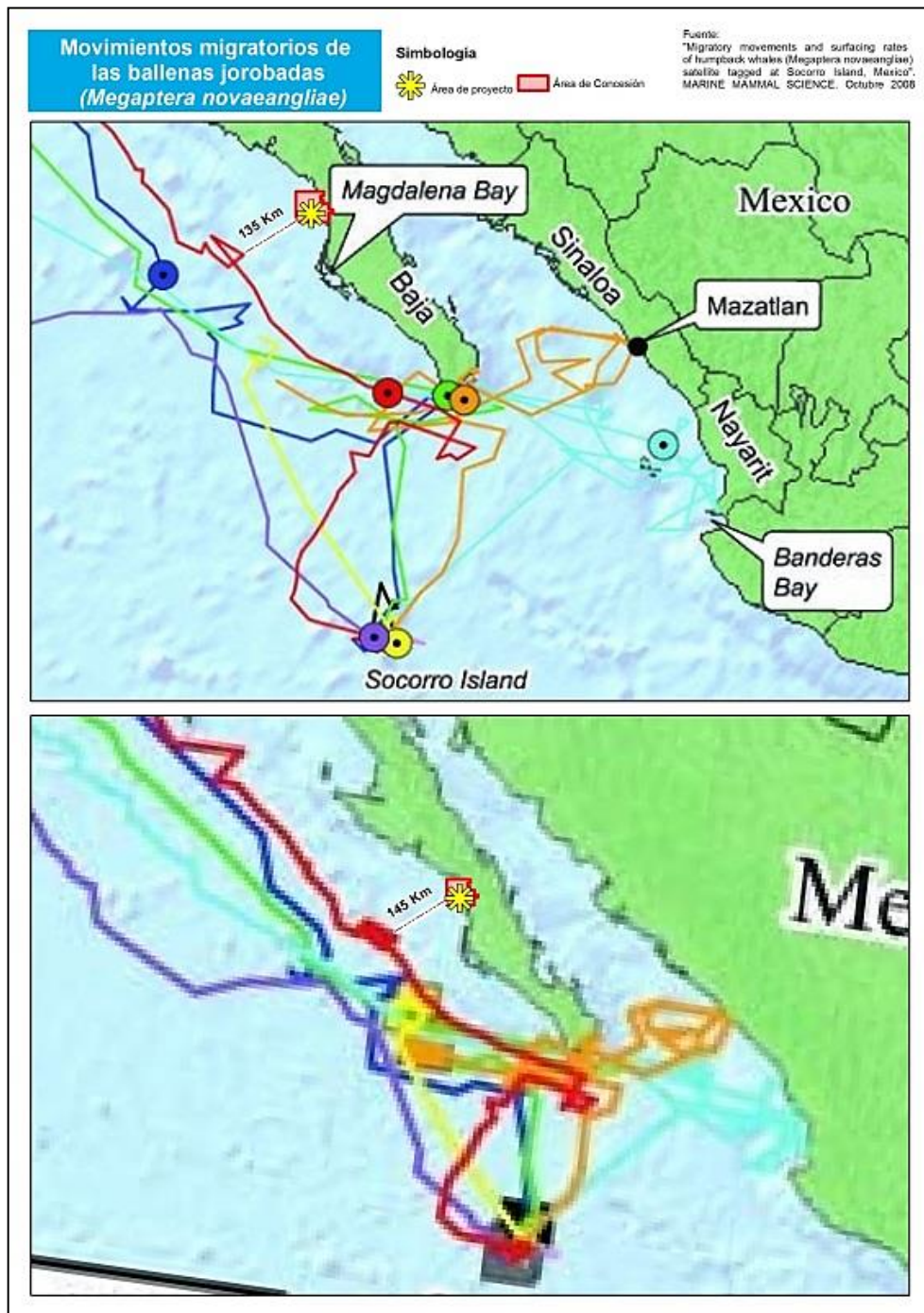


Figura VI.14. Mapa de trayectorias migratorias de la Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*).

D. Pérdida de individuos

Una de las causas de muerte de los mamíferos marinos es la colisión con embarcaciones que se desplazan a gran velocidad, lo cual no es el caso de la barcaza y la draga, las cuales durante su proceso de trabajo normal se desplazan a la velocidad que camina un humano. A pesar de que se esperaría que los individuos se alejaran de las embarcaciones debido a las emisiones sonoras que derivan de éstas, estudios con ballenas de Groenlandia (*Balaena mysticetus*), han registrado su presencia cerca de áreas de dragado, a 4 Km o menos de distancia de la draga (Richardson, 1990). Para el proyecto y de acuerdo con el Anexo 10, se han modelado firmas acústicas de la draga con el objetivo de predecir el rango en el cual se puede estimar una respuesta y así evitar el contacto por parte de las especies de ballenas presentes en el SAR. Los resultados que se presentan muestran que la respuesta de las ballenas es moverse lejos de la draga dentro de una distancia aproximada de 2 a 4 kilómetros. Se estima que las ballenas en cercanía de la draga en operación eviten el contacto con la misma y con cualquier otro equipo de trabajo del proyecto. La draga operará con una velocidad de desplazamiento de ~ 1,5 nudos.

Adicionalmente, por la poca velocidad en la que se desplaza la draga sugiere que, en caso de cualquier contacto de las ballenas con la draga, o con cualquier otro equipo de trabajo, no se prevé que el resultado pueda suponer la muerte o trauma en la ballena.

Entre las medidas para disminuir el riesgo por colisión de estas especies se tienen:

- a) Se controlará la velocidad del barco para evitar que las ballenas y otros mamíferos marinos, y quelonios, colisionen con ellas (ver inciso Pérdida de individuos, del apartado de medidas de prevención, compensación y mitigación del Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa).
- b) Realizar un reporte mensual del número de individuos y especies registrados durante los trabajos del proyecto con el fin de llevar un monitoreo de la eficiencia de las “alarmas acústicas”. En caso necesario, realizar correcciones a las frecuencias utilizadas.

- c) Durante la noche, la draga TSHD deberá mantener supervisión para evitar impactos potenciales de la embarcación con grandes grupos de individuos.
- d) En caso de que un individuo se acerque más de 100 m a la draga TSHD, las hélices de los buques deberán desacoplarse hasta que los individuos se muevan mínimo a 300 m de la embarcación.
- e) En caso de ser necesario se interrumpirán las actividades de dirigidas (dragado durante épocas críticas de especies protegidas (reproducción, migración, concentraciones de alimentación)
- f) Se suspenderá el dragado cuando se observe migración de ballenas acompañadas de sus ballenatos. Se deberá hacer un monitoreo acústico y visual para determinar dicha suspensión.

E. Afectación al comportamiento de los individuos

El ruido emitido principalmente por la draga, así como por la barcaza que se utilizarán para el desarrollo del proyecto, no generará niveles de ruido que puedan afectar el comportamiento ni hacer daño físico a las tortugas marinas. Sin embargo, se realizará lo siguiente:

Propuesta de Monitoreo Acústico.

Se realizarán mediciones de las condiciones de ruido ambiental en cuatro sitios de referencia ubicados en las esquinas (NW y SE) del área concesionada para el proceso del dragado. Dos sitios se situarán en los límites del área concesionada, con dos sitios más ubicados a 4,000 m dentro de dicha área.

En cada sitio, un atraque deberá implementarse por un período de 1 mes y deberá preceder al inicio de operaciones de dragado por un período de no menos de 48 horas. Los datos serán recogidos por dos hidrófonos para el monitoreo, en un 50% más bajo de la columna de agua y se deberá cubrir la frecuencia de 1 Hz a 175 kHz, cubriendo así la gama de frecuencia audiométrica completa de las tortugas marinas y de los mamíferos marinos de interés en el área de la gama.

Los datos de estas mediciones se utilizarán para:

- Validar la hipótesis de ruido ambiental;
- Verificar la presencia de especies marinas potencialmente sensibles en el área;
- Identificar sonidos relacionados con otro tráfico en la zona y con las operaciones de dragado.

Para evaluar los niveles de ruido generados por la planta de procesamiento y de dragado durante las operaciones de rutina, las mediciones del ruido irradiado deben ser adquiridas en rangos de 100 m a 4.000 m (estaciones espaciadas a intervalos nominalmente logarítmicas) de la operación (planta draga y procesamiento a tratarse por separado). En cada estación, las mediciones se efectuarán en un período de 10 minutos mientras el buque encuesta está flotando libremente y es acústicamente "tranquilo" (maquinaria parada, ecosondas apagado, etc.). Estos datos deben ser recogidos por dos hidrófonos monitoreo en un 50% más bajo de la columna de agua, y cubrirán la frecuencia de 1 Hz a 175 kHz y los resultados presentados en cuanto al nivel de presión acústica (SPL) de la gama. Se utilizarán los datos de las mediciones para validar el modelado de ruido irradiado.

Presentación de informes

Los resultados de las mediciones de sonidos serán entregados a las autoridades de la SEMARNAT, junto con una interpretación completa y análisis de los datos, dentro de los 6 meses siguientes a la finalización de los estudios. Se propone que se realicen estudios de sonido durante al menos dos temporadas, para tener en cuenta las diferencias en las condiciones hidrográficas y variaciones en la abundancia estacional de las especies objetivo clave.

Medidas adicionales

A continuación, se describen las medidas de mitigación para reducir el impacto sonoro sobre las poblaciones de tortugas que habitan en la zona.

- a) **Zona de amortiguamiento y uso de alarmas acústicas:** Las especies pueden reaccionar a las frecuencias de sonidos a las que son sensibles, lo que les puede provocar daños físicos severos o temporales a sus estructuras auditivas. La demarcación de una zona de amortiguamiento definida a partir de la fuente de sonido, evitará que los individuos se acerquen al área del proyecto, disminuyendo el riesgo por colisiones o el daño auditivo o de comportamiento ya mencionados. Se propone establecer la zona de amortiguamiento a partir de la colocación de “alarmas acústicas” o “pingers”, los cuales emitirán sonidos de baja intensidad y frecuencias medias/altas específicas para que interfieran con las actividades de forrajeo de las tortugas, y promuevan su desplazamiento lejos de la fuente emisora (Figura VI.15). Las señales de estos dispositivos de disuasión generalmente tienen niveles de fuente de 130-150 dB re: 1 μ Pa a 1 m, con pulsos formados por señales de banda ancha entre 20-160 kHz o bien por tonos de 10 kHz. Los pulsos tienen una duración de 300 ms y se emiten a intervalos de 4-30s.



Figura VI.15 “Pingers” o alarmas acústicas para disuadir a la macrofauna del área del proyecto.

El uso de “alarmas acústicas” ha sido una medida altamente efectiva para reducir la muerte incidental de tortugas y de mamíferos marinos, y para prevenir y evitar la colisión con las naves. Se sugiere que un “pinger” se coloque por cada 45 metros de largo de la nave.

En el caso del presente proyecto, el largo de la draga será aproximadamente de 230 m y el de la barcaza de 290 m, por lo que se requerirá utilizar al menos 6 y 7 “pingers”, respectivamente, con anchos de banda dentro de las frecuencias sensibles de las tortugas (i.e. 200-500 Hz). Además, se llevará a cabo un programa de monitoreo

permanente para evaluar la eficacia de la medida y en caso de habituación de los animales, se deberán realizar medidas correctivas de protección (ver más adelante).

- b) Comienzo gradual de emisión (“Ramp up”):** El incremento gradual de las potencias de las emisiones acústicas (“Ramp up”), se basa en la hipótesis del ahuyentamiento de la fauna previo a que se alcancen los niveles sonoros más altos (figura VI.16). Se sugiere un incremento en la potencia o en el número de emisores acústicos de manera gradual durante un período de 30 minutos previo a cualquier inicio de actividades. Con esta medida, se espera que el número de individuos presentes en el área del proyecto durante las actividades de dragado, disminuya considerablemente.

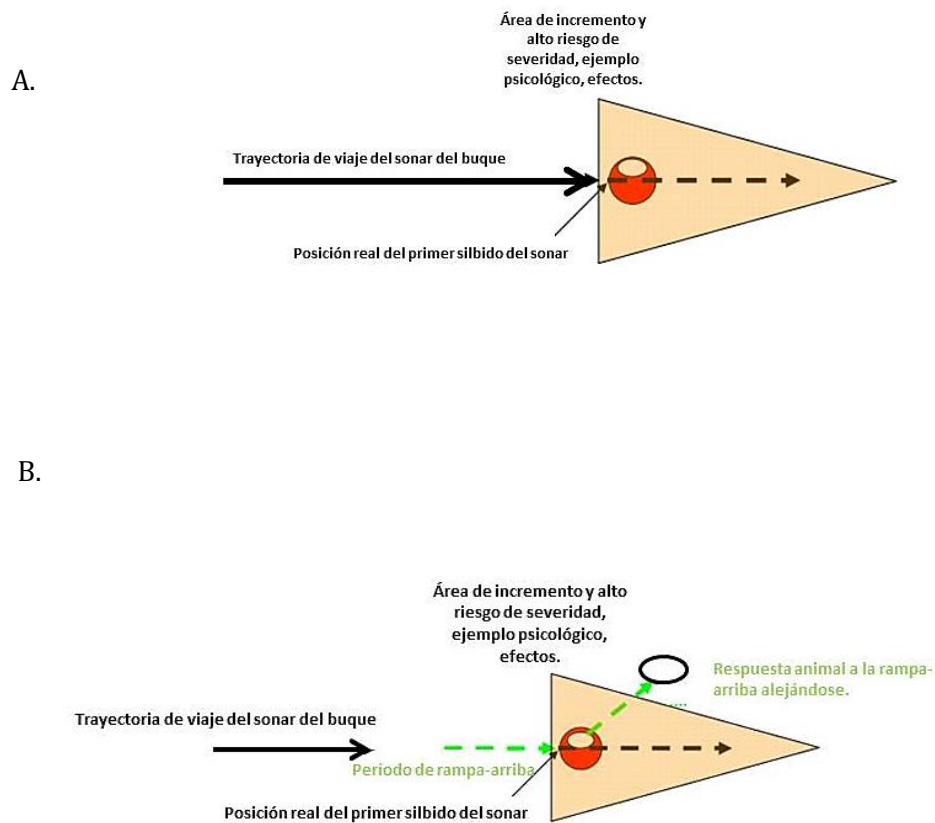


Figura VI.16 a) Animal colocado cerca de la posición del primer sonar de transmisión donde existe un alto riesgo de heridas auditivas. b) Sonidos que van incrementando gradualmente hasta alcanzar toda su potencia máxima planeada y que promueve el ahuyentamiento de la fauna de la emisión sonora.

- c) **Uso de ecosondas de alta frecuencia:** Esta medida se refiere a restringir el uso de ecosondas de navegación en aguas someras a instrumentos que emitan en frecuencias altas, preferiblemente superiores a los 150 kHz. Esta medida reduce tanto el alcance espacial de los sonidos (al absorberse las altas frecuencias con gran rapidez) como su impacto sobre la fauna cercana, dado que hay pocas especies sensibles a más de 120 kHz. La ecosonda que se utilizará para el descenso de la draga será una de alta frecuencia (>200 Hz), debido a que no interfiere con la fauna marina y es viable para profundidades de hasta 200 m, tal como se sugiere trabajar en el presente proyecto.
- d) **Montaje del motor amortiguado:** La instalación del motor se realizará sobre soportes provistos de amortiguación flexible, tanto en el casco como en su conexión al eje de rotación de la hélice, reduciendo la transmisión de sus vibraciones al agua; cuando las limitantes operacionales y técnicas de los motores de las naves lo permitan, se recomendará al contratista su instalación.
- e) **Mantenimiento de equipo:** Finalmente, una medida de prevención que reducirá el ruido derivado de las actividades del proyecto, será el mantenimiento adecuado y permanente de las embarcaciones, así como del equipo utilizado en el proceso de dragado y lavado de la arena fosfática. Los daños ocasionados por el uso de las palas de las hélices de cualquier embarcación, reducen la eficiencia de la embarcación hasta un 2%, lo cual incrementa la cavitación provocando un aumento en el ruido hidroacústico. El mantenimiento de las palas se desarrollará durante la temporada de suspensión de actividades que se tiene programada. En este período, las embarcaciones pasarán a un

buque seco para su inspección y mantenimiento. En el Capítulo II se detallan las actividades de mantenimiento de equipo, así como los parámetros de referencia que garanticen el buen funcionamiento del equipo y la salud del ecosistema.

VI.8. Programa de Protección de Aves Marinas.

El SAR (Bahía de Ulloa) es reconocida por su biodiversidad producto de la presencia de aguas cálidas y frías. Por la presencia de surgencias, se desarrollan grandes volúmenes de alimento que sirven de base para la cadena alimenticia, en particular para las aves marinas. En el área donde se pretende desarrollar el proyecto, existen registros de especies de aves marinas que se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Objetivos

- Evitar cualquier afectación a las aves marinas, se encuentren o no catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Impactos que se atenderán

Los Impactos ambientales atendidos son:

- ✓ Afectación a las aves por succión de las aspás

El desarrollo del proyecto se realizará en la Bahía de Ulloa, y se utilizarán una draga y una barcaza. Con respecto a las medidas específicas para aves marinas, es necesario mencionar que el dragado por succión disminuye significativamente el riesgo de comprometer a estos ejemplares durante las operaciones de la nave de dragado. No obstante, conscientes de la

necesidad de preservar a las aves marinas, se tomarán medidas preventivas para su protección durante las actividades de dragado.

El desarrollo del proyecto no afectará áreas de anidación, ya que éstas se encuentran en islas o en la parte continental. No afectará áreas de alimentación de las aves catalogadas en alguna categoría de riesgo, ni de aves que no se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El impacto directo o indirecto a los diferentes grupos faunísticos derivado de este tipo de proyectos se enfoca principalmente en la succión de aves en las aspas de las embarcaciones, así como en la colisión con las embarcaciones. Las medidas que a continuación se presentan se basan en los impactos detallados en el capítulo V y tienen como principal objetivo prevenir, mitigar y compensar los impactos ocasionados a la fauna con la implementación del proyecto.

Actividades

- 1.- Espantapájaros acústico. Espantar a las aves de las embarcaciones utilizando medios acústicos, como sonidos de alta frecuencia, volumen elevado, sirenas, etc.
- 2.- Hacer menos atractivas las embarcaciones. Evitar que las aves sigan las embarcaciones no arrojando desechos orgánicos al mar (por ejemplo, descartes de pescado, basuras).
- 3.- Asimismo, el ruido que producirán los motores de las embarcaciones ahuyentará a la avifauna.
- 4.- Se instruirá al personal sobre la protección y conservación de las aves marinas que se aproximen a la draga o embarcación durante la ejecución del proyecto.

Monitoreo

Se establecerá un protocolo de monitoreo de aves en el cual se registren, por mes, el número de accidentes, las especies más susceptibles, el número de individuos por especie, el tipo de medida aplicada, entre otros.

VI.9. Programa de Manejo Integral de Residuos

Durante el desarrollo del proyecto, serán generados necesariamente residuos líquidos, sólidos, peligrosos y no peligrosos. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al mar, se ha considerado pertinente proponer un Programa de Manejo Integral de Residuos, cuyos componentes se presentan en la Figura VI.17.



Figura VI.17. Estructura del Programa de Manejo Integral de Residuos.

Los Subprogramas planteados y que a continuación se presentan, estarán en apego a la Reglas establecidas dentro del **Convenio MARPOL** en el Anexo 6 dentro del capítulo VI

Objetivos.

- ✓ Llevar a cabo un manejo integral de residuos sólidos y líquidos, tanto peligrosos como no peligrosos, de conformidad con la legislación ambiental aplicable.
- ✓ Minimizar al máximo los riesgos de contaminación al mar, por un inadecuado manejo de residuos durante la operación del proyecto.

- ✓ Ajustarse a los estándares establecidos en los Anexos correspondientes al Convenio MARPOL, en materia de residuos.

Impactos que se atenderán

Ante la implementación y ejecución del **Programa de Manejo Integral de Residuos**, se atenderán los siguientes impactos previamente identificados:

1. Pérdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna.
2. Alteración de la calidad del agua marina.
3. Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua.

La diversidad de acciones ambientales propuestas en el **Programa de Manejo Integral de Residuos** a través del **Subprograma de Manejo de Residuos No Peligrosos**, **Subprograma de Manejo de Aguas Residuales** y **Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos**, atenderán o minimizarán los impactos de la Alteración de la calidad del agua marina, así como el impacto identificado como incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua.

VI.9.1 Subprograma de Manejo de Residuos No Peligrosos.

El proyecto deberá manejar adecuadamente los residuos no peligrosos para evitar la contaminación al mar y que con ello se afecten áreas frágiles para el desarrollo de los procesos naturales de la zona. Para ello, se implantarán acciones de manejo de residuos sólidos no peligrosos, que nos conlleven a una serie de acciones sistematizadas:

- 1.-Identificación.
- 2.-Separación.

3.-Almacenamiento temporal.

4.-Tratamiento.

5.-Disposición Final.

Las metas principales que contempla la implementación de estas acciones son las siguientes:

1. Definir medidas para la reducción de fuentes de residuos sólidos.
2. Definir estrategias para la separación de aquéllos residuos que pueden ser reutilizables.
3. Definir las estrategias de identificación, separación, recolección y almacenamiento de residuos.
4. Identificar los mejores métodos para la disposición temporal y final de residuos.

Estrategias.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos en el Subprograma de Manejo de Residuos (concordancia con Regla 9 del Convenio de MARPOL) son las siguientes:

- *Identificación previa, separación y envasado*
- *Registro de Residuos*
- *Tratamiento y disposición final*

Identificación y separación de residuos

Se colocarán rótulos en los que se notifique a la tripulación las prescripciones sobre la eliminación de residuos según proceda.

Se indicarán los procedimientos para la recolección, almacenamiento, tratamiento y evacuación de residuos, incluida la manera de utilizar el equipo a bordo. También se designará a la persona encargada del cumplimiento del suprograma.

Los diferentes tipos de residuos sólidos no peligrosos, cuya generación durante los procesos operativos del proyecto se prevé, deberán ser identificados, separados y colocados en los contenedores con su respectiva etiqueta y la obligatoriedad posibilitará su separación. Posteriormente se dará un manejo diferenciado de los mismos, el cual dependerá de los tipos de desechos, de la fuente generadora, de los mecanismos previstos de recolección, de su confinamiento y disposición final.

Para la identificación previa y separación de residuos, se propone colocar los **Rótulos** en las siguientes áreas de la embarcación:

- Distribución en comedores a bordo
- Salas de estar
- Pasillos principales de circulación
- Cubiertas de trabajo
- Cuartos de máquinas
- Puente de navegación



Figura VI.18. Ejemplos de rótulos a utilizar en el interior la embarcación para el manejo de residuos.



Figura VI.19 Ejemplos de rótulos.

Como parte de las actividades de separación de residuos, habrá contenedores para la recolección de cuando menos: plásticos, vidrio, aluminio, papel y cartón, y deberán identificarse por medio de un color y/o estar debidamente señalados.

Los depósitos o contenedores exclusivos para los desechos deberán estar en lugares estratégicos, y cada uno de éstos debe poseer tapa y bolsa de plástico de uso rudo y estar debidamente rotulados.

Registro

De conformidad con el Convenio MARPOL toda plataforma fija o flotante empleada en la exploración y explotación del fondo marino, llevará un libro de registro de residuos o bien una bitácora de control, proponiéndose para el proyecto, de inicio, el siguiente formato que establece el Convenio, pero estará sujeta a cambio una vez que se implemente el Programa de Manejo Integral de Residuos.

REGISTRO DE DESCARGAS DE BASURAS							
Nombre del buque: _____							
Número o letras distintivos: _____							
Número IMO: _____							
Categorías de basuras							
A. Plásticos							
B. Desechos de alimentos							
C. Desechos domésticos (como por ejemplo, productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, loza doméstica, etc.)							
D. Aceite de cocina							
E. Cenizas de incinerador							
F. Desechos operacionales							
G. Residuos de carga							
H. Cadáveres de animales							
I. Artes de pesca							
NUEVA DISPOSICIÓN DEL CUADRO:							
Fecha/hora	Situación del buque/observaciones (p. ej. pérdida accidental)	Categoría	Cantidad descargada o incinerada estimada	En el mar	En la instalación de recepción	Incineración	Certificación/firma
Firma del capitán: _____				Fecha: _____			

Figura VI.20 Propuesta de registro para el control en generación y manejo de residuos.

Acciones a considerar en el manejo de residuos:

A continuación se citan acciones que deberán considerarse para un manejo adecuado de residuos:

- Se deberán especificar y señalar los lineamientos para el manejo de desechos sólidos (tiempos, ubicación y características de contenedores, etc.).
- Las instalaciones de las embarcaciones (draga y barcaza) deberán tener definida y debidamente señalada una ubicación para los sistemas y el equipo para el manejo de los desechos sólidos, que minimicen el impacto.

- Las bolsas de los depósitos o contenedores deberán ser recolectadas periódicamente, y depositadas en el área general específica para los desechos.
- Los sitios donde se colocarán los depósitos o contenedores deberán ser de fácil acceso, y estar debidamente señalados.
- Poner tapas o algún otro artefacto que mantenga los residuos dentro, para evitar que el agua de lluvia entre al contenedor.
- No permitir que los contenedores se rebosen.
- Mantener las áreas limpias y ordenadas.
- Poner letreros en cada sitio de disposición de residuos, informando a los usuarios que los contenedores son exclusivos para residuos de tipo sólidos no peligrosos. Asimismo, no se debe tirar desechos combustibles, químicos tóxicos, pinturas, aceites, anticongelantes, resinas, barnices, etc., ni en forma sólida ni líquida.

VI.9.2. Subprograma de Manejo de Aguas Residuales.

El Subprograma de Manejo de Aguas Residuales ha sido diseñado y será implementado para la operación del proyecto, en primera instancia con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad y legislación ambientales aplicables en la materia y en segundo lugar, para revertir y controlar la contaminación al mar por aguas residuales

Cabe señalar que las aguas residuales que se generen dentro de la draga y la barcaza, propiamente en la operación del proyecto, provendrán de áreas como desagües, baños, lavabos, lavaderos, purines, etc.

Ahora bien, las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Identificar y utilizar la mejor ecotecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales.
2. Disminuir el riesgo de contaminación al agua y al ecosistema marino por aguas residuales.
3. Reducir las fuentes generadoras de aguas residuales.

4. Inducir el uso de químicos y productos biodegradables compatibles con la tecnología de tratamiento.

Para el manejo de aguas residuales, serán aplicables las Reglas que se establecen en el Anexo IV del Convenio MARPOL, que tiene entre sus estrategias la obtención de certificados que, avalen la prevención de la contaminación hacia al mar por aguas sucias, y determina las condiciones de descarga de las aguas residuales

- ***Instalaciones de recepción***

La draga y la barcaza podrán descargar en los puertos y terminales que establecen instalaciones de recepción de aguas sucias,

VI.9.3 Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos.

Los residuos peligrosos son aquéllos residuos que, por sus características (CRETIB), son corrosivos, reactivos, tóxicos, explosivos, inflamables o bioinfecciosos; representan un riesgo de daño inmediato y/o potencial para la salud de las personas y el medio ambiente, y deben ser dispuestos en forma adecuada de acuerdo a la reglamentación y normatividad vigentes. Éstos pueden ser cilindros u otros envases de sustancias peligrosos (lubricantes, aceites, solventes, pintura); pilas y baterías; grasas y aceites y lubricantes usados; paños absorbentes y tramos contaminados con sustancias peligrosas; filtros de aceite; aerosoles, entre otros (solo se han mencionado algunos ejemplos), y envases que hayan estado en contacto o hayan contenido residuos peligrosos, entre otros.

Con la finalidad de dar cumplimiento a la legislación y normatividad ambientales aplicables para un manejo adecuado de los residuos peligrosos que serán generados en las diferentes actividades del proyecto, se implementará el Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos,

que se conforma por una serie de actividades de manejo y control, tal como se define en la legislación aplicable en materia de residuos y que a continuación se ilustran en un diagrama.



Figura VI.21. Diagrama del Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Verificar la separación y envasado de los residuos peligrosos de acuerdo a la normatividad.
2. Verificar el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos en infraestructura apropiada de conformidad a la legislación aplicable.
3. Verificar el tratamiento y/o disposición final de los residuos peligrosos por empresas debidamente acreditadas y sitios de disposición final autorizados.
4. Limitar el uso de productos que generan residuos peligrosos.
5. Promover el uso de productos y químicos biodegradables certificados.

Las principales estrategias previstas para alcanzar las metas referidas son las siguientes:

 **Manejo de residuos peligrosos a bordo del buque.**

La fase interna del manejo de residuos contempla las actividades de identificación, separación, envasado, recolección y almacenamiento temporal que se efectuarán a bordo del buque, durante la operación del proyecto.

A. Identificación, separación y envasado.

Los diferentes tipos de residuos peligrosos que se prevé que serán generados durante la operación del proyecto, deberán ser identificados previamente, para después ser envasados y etiquetados, y posteriormente ser almacenados temporalmente en contenedores de plástico o metal, según corresponda, en el sitio específicamente destinado para su almacenamiento temporal, para su posterior tratamiento y/o disposición final.

A cada tipo de residuo identificado se le dará un manejo diferenciado, el cual dependerá del tipo de residuo, ya sea líquido o sólido (solventes, aceites, estopa con pintura y residuos de pinturas), y de su fuente generadora (mantenimiento de equipo y maquinaria, etc.), así como del manejo y disposición final previstos.

B. Almacenamiento temporal en el buque.

Durante el desarrollo del proyecto, en el interior del buque se deberán destinar espacios exclusivos para el adecuado almacenamiento temporal y seguro de los residuos peligrosos, previo a su tratamiento y disposición final. Asimismo, el almacenamiento cumplirá con las disposiciones de los artículos 14 al 17 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en esta materia.

Durante su almacenamiento temporal, los residuos peligrosos deben estar agrupados de acuerdo a sus características físico-químicas, para evitar reacciones por incompatibilidad.

Los recipientes utilizados para almacenar residuos peligrosos deberán ser inspeccionados para detectar derrames, deterioro o cualquier anomalía que pudiera ser causante de fugas. Las inspecciones deberán realizarse frecuentemente, y cualquier deficiencia será corregida de inmediato.

Para disminuir los riesgos de derrames en estos sitios, todos los contenedores donde se almacenen temporalmente los residuos peligrosos deberán estar colocados sobre tarimas de madera o recipientes contenedores de plástico, y sólo se podrán estibar dos contenedores por línea de almacenamiento.

Para el ingreso al almacén de los residuos peligrosos, independientemente de su estado físico, se deberá asegurar que se reciban con las hojas técnicas correspondientes, perfectamente envasados y etiquetados con el rombo del grado de riesgo para la salud, para su registro y control en una bitácora (nombre del material, peso total y fuente de origen).

El sitio de almacenamiento temporal correspondiente deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- ✓ Contar con canal o fosa de contención, malla o muros y techos, donde sea requerido.
- ✓ Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos que ahí se almacenan, en lugares y formas visibles, así como extintores en buenas condiciones.
- ✓ Estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de productos o materias primas.
- ✓ Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.



Figura VI.22. Ejemplo de señalamiento de Almacén temporal de residuos peligrosos.

Se realizarán evaluaciones sobre la generación de residuos peligrosos, registrándose las fuentes, tipos y cantidad de residuos peligrosos generados, con el fin de identificar las áreas potenciales de reducción.

C. Acciones a considerar en el manejo de residuos peligrosos:

Minimizar el uso de productos peligrosos, y almacenamiento seguro para reducir riesgos.

- Para reducir el tiempo de almacenamiento, revisar rutinariamente la fecha de los materiales para evitar que caduquen en almacén, y desechar el excedente de materiales de manera periódica en el sitio que indique la autoridad correspondiente.
- Evitar al máximo el uso de productos corrosivos, reactivos, tóxicos o inflamables. El uso de estos materiales puede generar residuos peligrosos.

- No almacenar grandes cantidades de materiales peligrosos. Comprarlos en cantidades que se usen rápidamente.

Manejar en una forma responsable los trapos que hayan estado en contacto con aceites, combustibles y materiales peligrosos.

- Mantener los trapos con aceite separados de los que estén contaminados con materiales peligrosos, tales como solventes.
- Usar trapos de tela que puedan ser reciclados por un servicio de lavado industrial.
- Almacenar los trapos inflamables en contenedores aprobados, etiquetados hasta que se envíen al lavado.
- Para reutilización, retirar el exceso de solventes de los trapos exprimiéndolos cuidadosamente en un contenedor de reciclaje y haciendo uso de guantes.

Diseñar y colocar letreros relacionados al manejo de residuos.

- Colocar letreros en sitios estratégicos que indiquen el sitio de colecta de desechos más cercano.
- Marcar los contenedores de reciclaje indicando claramente qué deben contener, utilizando un código de colores o algún sistema de fácil identificación.
- Indicar que los contenedores de residuos peligrosos únicamente los maneja el personal encargado o asignado para tal fin.

Fomentar el intercambio entre usuarios de excedentes de pintura, tiner, barnices, etc. Para facilitar este tipo de actividad, tener un pizarrón en el que las personas puedan poner sus anuncios sobre el material que requieren o que les sobra.

- Disponer de los desechos líquidos peligrosos, de acuerdo a los lineamientos oficiales.
- Recolectar y reciclar los residuos líquidos y solventes, de acuerdo a la normatividad NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Rodear los tanques de colecta con un área de contención secundaria, impermeable, con capacidad de contener el 110% del volumen de cada tanque.
- Tratar de proteger los tanques de la intemperie.

- Colocar embudos en los tanques para evitar derrames. Los embudos deberán ser lo suficientemente grandes como para vaciar los contenedores portátiles y los filtros de aceite.
- Colocar letreros que digan qué es lo que se puede o no se puede colocar en cada tanque.

Fase externa.

En esta fase de manejo de residuos fuera de la embarcación (draga y barcaza), se ven involucradas empresas prestadoras de servicios para su recolección, traslado, disposición final de residuos, o bien, en el caso de así requerirse, tratamiento de residuos previo a su disposición final.

A. Recolección, transporte y disposición final.

Una vez que los residuos peligrosos sean envasados y almacenados temporalmente dentro de las instalaciones del proyecto, tal como se especifica en la legislación y normatividad en la materia, la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada, recolectará y transportará los residuos peligrosos en vehículos autorizados por la SCT, para su tratamiento o, en su caso, para el confinamiento de los residuos peligrosos.

B. Supervisión sistemática del uso de químicos biodegradables.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se establecerán procedimientos de supervisión sistemática para identificar y promover el uso de químicos biodegradables y de baja toxicidad en los procesos operativos y de mantenimiento.

C. Supervisión sistemática del almacenamiento de sustancias.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se establecerán procedimientos de supervisión sistemática para verificar que haya instalaciones apropiadas para el correcto almacenamiento

temporal de sustancias en contenedores apropiados, así como los registros del traslado de los residuos para disposición final por empresas acreditadas.

VI.10. Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera.

En materia de emisiones a la atmósfera, el proyecto que nos ocupa se ajustará a lo establecido en el Anexo VI del **Convenio MARPOL** el cual establece las **Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.**

La **Organización Marítima Internacional (OMI)** ha tomado una iniciativa para mejorar la eficiencia energética y de esta manera, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, esto incluye ejecutar un Plan de Manejo de eficiencia energético obligatorio para los buques nuevos y existentes, orientado a considerar las nuevas tecnologías y prácticas para mejorar el rendimiento de la eficiencia energética de flota con el tiempo, así como supervisar y evaluar el barco y su flota. De esta manera, surge un ciclo de mejoramiento continuo que conduce a la reducción de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxidos de azufre (SO_x) Para ello, se propone un Subprograma de Manejo de Eficiencia Energética, que más adelante se presenta.

Se ejecutarán acciones de monitoreo de parámetros meteorológicos como un complemento al presente Programa de Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera, que se han conformado en un Subprograma de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos.

A continuación se presenta la estructura del Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera.

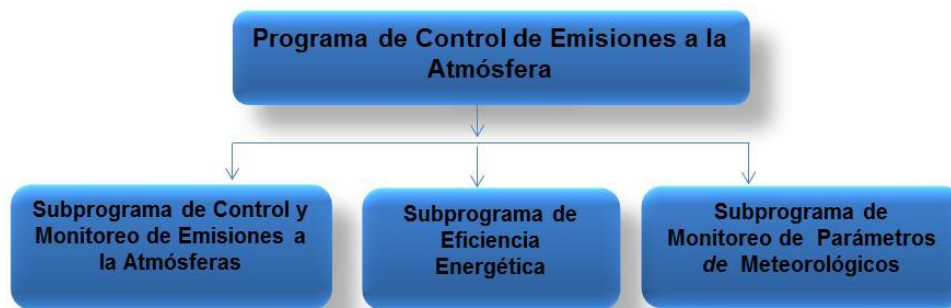


Figura VI.23. Estructura del Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera.

Objetivos generales

- ✓ Mediciones y control de emisiones a la atmósfera mediante procedimientos establecidos conforme al Anexo VI del Convenio MARPOL.
- ✓ Obtención de certificados que acrediten el cumplimiento de las prescripciones establecidas en materia de emisiones a la atmósfera, de acuerdo al Anexo VI del Convenio MARPOL.
- ✓ Implementación y ejecución de un Plan de Gestión de Eficiencia Energética, así como la obtención del certificado internacional de eficiencia energética (IEEC).
- ✓ Monitoreo de parámetros meteorológicos a fin de proporcionar información en torno a las condiciones climatológicas que permitan prevenir o, en su caso, reducir los daños ante desastres o accidentes marítimos o de la tripulación de la embarcación.

Impactos atendidos

La implementación y ejecución del **Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera** atenderá el impacto ambiental identificado como Contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas y gases de combustión.

VI.10.1 Subprograma de Control y Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera

Objetivos.

La implementación del Subprograma de Control y Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera cubrirá los siguientes objetivos:

1. Implementación de procedimientos obligatorios de prueba a los equipos, sistemas, accesorios e instalaciones de conformidad con las prescripciones establecidas en el Anexo VI MARPOL.
2. Obtención de Reconocimiento y Certificación de los motores diésel marinos y del equipo, mediante procedimientos obligatorios de prueba que garanticen la no contaminación a la atmósfera.
3. Verificar el cumplimiento de lo dispuesto en la Regla 13 del Anexo VI MARPOL, lo cual se realizará de conformidad con las disposiciones del Código Técnico sobre los NO_x, en el que se establece un conjunto de normas internacionales para prevenir la contaminación de NO_x.
4. Verificar el cumplimiento de lo previsto en la Regla 18 del Anexo VI MARPOL, en torno al contenido de azufre del fueloil en los niveles establecidos en dicha regla.
5. Vigilar el contenido medio de azufre a escala mundial del fueloil residual suministrado para uso a bordo de la embarcación (draga y barcaza), teniendo en cuenta las directrices que elabore la organización del Convenio MARPOL.
6. Utilización de sistemas de limpieza de los gases de escape, aprobados por la administración, teniendo en cuenta las directrices que elabore la Organización para reducir la cantidad total de las emisiones de SO_x, incluidas las de los motores propulsores.
7. Control de sustancias que agotan la capa de ozono, utilizadas en la embarcación, que contaminen el medio ambiente, de conformidad a lo establecido en la Regla 12 del Anexo VI MARPOL.
8. Control de emisiones a la atmósfera de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) de acuerdo a lo prescrito en la Regla 15 del Anexo VI MARPOL.
9. Acatar lo dispuesto por la Regla 16 del Anexo VI MARPOL referente a Incineración a bordo.

10. Ajustarse a las prescripciones descritas en torno a la calidad del fueloil, de conformidad con la Regla 18 “Disponibilidad y calidad del fueloil”.

VI.10.2 Subprograma de Eficiencia Energética.

El Plan de Gestión de Eficiencia Energética es parte del Capítulo 4 del Anexo VI de MARPOL, y es necesario conforme al Certificado Internacional de Eficiencia Energética (IEEC). Bajo la regulación 22, el IEEC requiere que cada embarcación se mantenga sujeta a un Plan de Gestión de Eficiencia Energética (SEEMP) que deberá ser desarrollado teniendo en cuenta las directrices adoptadas por la OMI.

Objetivo

Con la implementación del Plan de Gestión de Eficiencia Energética, se conseguirá mejorar la eficiencia energética de la nave y la flota en su conjunto. Al reducirse las emisiones de la flota, disminuirá significativamente la huella de carbono; esto es, más del 95% de las emisiones de dióxido de carbono producidas por la flota.

Línea de base

Para determinar efectivamente el nivel de eficiencia energética en términos cuantitativos, es necesario un punto de referencia, o una línea de base. Sin embargo, dentro de la industria de servicios marítimos, ha sido difícil establecer tal descripción cuantitativa sobre el nivel de eficiencia energética actual. Esto nos conlleva, además de maximizar el nivel de producción para reducir el consumo de combustible, a la aplicación de medidas para cumplir las metas u objetivos planteados. Debido a la ausencia de una clara norma, los informes anuales de consumo son difíciles de comparar, ya que un complejo conjunto de factores entran en juego.

Medidas

En esta sección se describen las medidas que pretenden adoptarse para la reducción de las emisiones en CO₂ y los respectivos resultados benéficos. Posteriormente, se realizarán observaciones en cuanto a cómo, por quién y cuándo estas medidas serán implementadas, monitoreadas y evaluadas. De esta manera, todo el ciclo de cada medida se describe y se establece en un marco que asegure que las medidas mismas se ejecuten correctamente.

1. Concientización de eficiencia energética

Descripción

Uno de los objetivos clave con respecto al SEEMP que se propone en MARPOL, es aumentar la conciencia global sobre la eficiencia energética de la organización. Creemos que la conciencia es el primer paso clave en la dirección de la reducción del consumo de combustible. Varias medidas serán tomadas para realizar este objetivo, de las cuales una es entrenar a los capitanes, ingenieros jefes y miembros del equipo de gestión de la flota sobre la conciencia en materia de eficiencia energética.

Actualmente, se está investigando sobre la posibilidad de desarrollar un programa de entrenamiento específico a medida, sobre la eficiencia energética en operaciones de dragado a bordo. Esto se hará en colaboración con un centro de formación reconocido por estos conocimientos, basándose en el curso modelo OMI para la operación eficiente de energía en naves, el cual fue preparado por la Universidad Marítima Mundial. El enfoque actual es aplicar esta formación en la educación de la conciencia ambiental marina, aunque otras opciones están todavía bajo consideración.

Están previstas dos sesiones en el 2014. La capacidad de una sesión de entrenamiento individual incluirá a aproximadamente 25-30 personas. Con la capacitación del personal de flota, se asegura que la conciencia de la eficiencia energética global se incruste en las operaciones diarias del proyecto. Los aspectos clave específicos de la tripulación serán implementados en el procedimiento de familiarización con la nave. Lo anterior, para asegurar

que todas las personas a bordo estén conscientes de su contribución para el funcionamiento eficiente de la energía de la nave.

Ejecución

La Gestión de flotas, en cooperación con el Departamento de aprendizaje y desarrollo, implementarán el plan de conciencia sobre la eficiencia energética en la educación de la tripulación. En la ejecución del programa que considera, por un lado, el centro de formación y por otro, la selección del personal que será entrenado. El contenido del curso de capacitación se trabajará en conjunto.

La sesión de los entrenamientos corresponde a un selecto grupo de tripulantes de nuestra flota. Si se considera exitosa, la puesta en marcha se hará con el resto de la flota.

Seguimiento

Se dará el seguimiento en la medida en que el curso se vaya desarrollando, lo cual es una tarea de la gestión de flota. Esto tiene dos propósitos: supervisar la aplicación de la conciencia de eficiencia energética durante el entrenamiento de la tripulación y salvaguardar el nivel de aplicabilidad práctica.

Evaluación

La evaluación se realizará continuamente durante las sesiones de entrenamiento. Se llevará a cabo una evaluación continua del instructor para determinar si el contenido de la capacitación es todavía adecuado, o si se podría mejorar de alguna manera.

Debido a la curva de aprendizaje que se prevea en la fase piloto, se espera que este método de evaluación demuestre haber tenido un efecto importante.

Se definen dos momentos de evaluación adicional; después de las sesiones piloto y durante una revisión anual. La medida será exitosa en el grado en que las sesiones piloto hayan dado lugar a una formación de conciencia sobre la adecuada eficiencia energética.

2. *Indicador de consumo de combustible a bordo*

Descripción

Será implementado en el software a bordo, un indicador que ofrezca a la tripulación, en tiempo real, la información sobre el consumo de combustible. Una vez instalado, este indicador proporcionará retroalimentación directa sobre la demanda de energía de las operaciones ejecutadas. De esta manera, el equipo de trabajo obtendrá una visión más clara del consumo de combustible de la nave. Éste es uno de los pasos en la creación del marco adecuado para aumentar y capitalizar la conciencia de la eficiencia energética.

La aplicación de un indicador de consumo de combustible pide un enfoque exhaustivo. En la actualidad, estamos en la primera fase de desarrollo. Se está planeando un caso-prueba antes de la puesta en marcha de operación de la flota. Se contará con el caso de prueba en la draga con tolva de succión, utilizando un diseño de rpm constante que se arrastra. Si se comprueba como fiable y útil el planeamiento de la extensión de la draga de succión cortadora, se realizará el despliegue en el resto de la flota incluyendo la nave.

Implementación

La aplicación del indicador de consumo de combustible a bordo que se contempla, será liderada por gestión de flotas-Q. El proyecto que utilizará un dragado tipo TSHD deberá ponerse en marcha para la aplicación de este indicador.

Monitoreo

Se seguirá la gestión de flotas-Q en el proyecto que nos ocupa. En coordinación con el capitán de la nave, se buscarán otras mejoras después de la implementación inicial y antes de lanzamiento en otras partes del resto de la flota.

Evaluación

La flota llevará a cabo una evaluación después de la fase de prueba (en coordinación con el capitán de la nave). En este punto, se tomará una decisión: proceder con la puesta en marcha de operación de la flota, y verificar si otras mejoras son necesarias ante un posible descenso en la eficiencia energética.

3. Formación de operaciones de energía eficiente

Descripción

Se tendrán los simuladores avanzados para la operación de dragas de succión de la tolva y dragas de succión en marcha respectivamente, estos simuladores han sido equipados con indicadores de demanda de energía. Esto permite a los instructores dar conocimiento a la flota sobre su desempeño, no sólo en relación con el nivel de producción que alcancen, sino también en la eficiencia de combustible consumido durante el proceso de dragado. El instructor puede mostrar que, en algunos casos, es posible lograr el mismo nivel de producción al utilizar menos combustible. Al hacerlo, se activa la conciencia de eficiencia de combustible en la tripulación, derivada del conocimiento y/o entrenamiento adquirido.

Como parte de la aplicación de los indicadores dentro del panorama de mejora de nuestros simuladores, es aún necesario seguir trabajando antes de usar con éxito la educación o concientización obtenida. Con respecto a los simuladores, los constructores internos desarrollarán sesiones de formación en el funcionamiento eficiente de energía. El objetivo es implementar estos ejercicios en nuestro programa educativo existente, o desarrollar cursos avanzados en operaciones eficientes de energía.

Aplicación

Las primeras sesiones de entrenamiento, incluyendo el funcionamiento eficiente de la energía, se darán al inicio de la operación del proyecto.

Monitoreo

El seguimiento del contenido de la formación se realizará por parte del instructor del simulador. Ésta será una evaluación continua, y se centrará en la comprensión de las operaciones eficientes de energía, así como en la conciencia general acerca de la eficiencia energética. El contenido de la formación será actualizado y mejorado continuamente.

Evaluación

En la Gestión de flotas-Q se evaluará el valor agregado después de las primeras sesiones de entrenamiento.

VI.10.3 Subprograma de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos

El Subprograma de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos se implementa como un sistema de medición y monitoreo de las condiciones meteorológicas y atmosféricas, que permitirá tener una idea del estado dominante del clima en el tiempo y en el espacio; permitiendo así pronosticar la evolución de dichas condiciones marinas, con el fin de ofrecer información necesaria para garantizar y salvaguardar la vida humana durante el desarrollo del proyecto.

Objetivo:

Contribuir con la información necesaria de parámetros meteorológicos para la toma de decisiones a nivel local, para mitigar o reducir los daños ante desastres o accidentes marítimos o de la tripulación del buque, ocasionados por fenómenos meteorológicos.

Parámetros de medición.

- ✓ Medición de temperatura (máximas y mínimas)
- ✓ Medición de humedad relativa
- ✓ Medición de la presión atmosférica
- ✓ Medición de la velocidad y dirección del viento
- ✓ Medición de la lluvia (cantidad instantánea e intensidad en mm/h)
- ✓ Medición de radiación solar
- ✓ Medición de Índice UV
- ✓ Cálculo de la Evapotranspiración

Monitoreo

El especialista en meteorología hará las mediciones diarias de los parámetros antes señalados y los cuales serán anotados en una bitácora que reporte el estado de tiempo dentro de la embarcación. Evidentemente, la medición y el registro se harán periódicamente y de manera continua, a fin de que el especialista pueda interpretar los resultados. El especialista tendrá la capacidad técnica para determinar el estado del tiempo y podrá anticipar una posible contingencia de acontecimientos de fenómenos meteorológicos, como son tormentas tropicales, huracanes, etc.

Entrega de Reportes

Los reportes serán entregados al personal responsable del Programa de Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera, así como al responsable de la ejecución del Subprograma de Atención a Contingencias por Fenómenos Meteorológicos ya que, para este último, los

reportes diarios de parámetros meteorológicos serán primordiales para la atención a contingencias ambientales.

VI.11. Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales.

La operación del proyecto no está exenta de la eventualidad de que pudieran generarse situaciones involuntarias o accidentales que determinen riesgos para los trabajadores o el ambiente, por ejemplo, incendios o derrames al agua, entre otros. Asimismo, los fenómenos naturales potenciales, propios de la región como son los huracanes, pueden igualmente crear riesgos severos a personas, recursos naturales e infraestructura.

Otro de los aspectos relevantes en la operación de las embarcaciones es el manejo del combustible. Por ello, en el diseño para la operación del proyecto deben considerarse las áreas de almacenaje y distribución de combustibles.

En este marco de referencia, se propone la implementación de un Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales para el proyecto, el que se conforma de la siguiente manera:



Figura VI.24 Estructura del Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales.

Objetivo:

Como objetivo general, se ha planteado el verificar, orientar y/o coordinar, las acciones relacionadas directa o indirectamente con la previsión contra accidentes de trabajo durante la fase de operación y mantenimiento, así como contra eventos catastróficos naturales durante cualquier fase del proyecto.

Impactos atendidos

La implementación del Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales, permitira minimizar los riesgos ocasionados por cualquier tipo de accidente, así como por eventos no deseados y sus consecuencias. En particular, el Programa atenderá el impacto ambiental identificado como la Pérdida o afectación al hábitat que pueda desencadenar un evento no deseado.

Esta necesidad de acciones concretas antes, durante y después de cada tipo de evento accidental o natural, se aplica con modalidades específicas en sus diferentes fases del proyecto. Los componentes del Programa se presentan en el siguiente esquema.



Figura VI.25. Relación entre el comité de coordinación y los equipos de atención a contingencias ambientales naturales y accidentales.

- **Organizar un Comité de Coordinación y equipos de atención a contingencias.**

Esta estrategia se centra en la estructuración de un comité de coordinación y de los equipos de atención necesarios, definiendo sus tareas y proporcionando recomendaciones para todas las áreas que deben intervenir en el caso de cada tipo de contingencia. De igual manera, asigna responsabilidades y designa responsables de los procesos de evaluación de vulnerabilidades; prevención de riesgos; definición del plan de acción consecuente con lo establecido por las autoridades competentes para cada tipo de evento (durante y posteriores),

sean éstos naturales o accidentales, y de las tareas y actividades requeridas para implementar el plan de acción.

Al respecto, por contingencia ambiental se entenderá todo aquel evento, natural o accidental, que pueda dañar a la flora y fauna marinas en la zona marina la infraestructura de las embarcaciones del proyecto.

Debido a que existen contingencias que no se manifiestan necesariamente en una temporada (por ejemplo derrames accidentales de contaminantes), tanto el comité de coordinación como los equipos de atención deberán estar en posibilidad de actuar durante todo el año. Sin embargo, hay épocas en las que las reuniones y las revisiones de los planes deberán ser más intensivas, como por ejemplo en las temporadas de huracanes.

VI.11.1 Subprograma de Atención a Emergencias

Metas

Las metas planteadas para la implementación del Subprograma de Atención a Emergencias son las siguientes:

1. Reducir y en lo posible, eliminar los riesgos derivados del manejo de combustible en el almacenaje y abastecimiento a las embarcaciones durante la operación del proyecto.
2. Reducir y en lo posible, eliminar los riesgos ante posibles derrames involuntarios o accidentales de contaminantes o sustancias peligrosas.
3. Identificar e implementar las acciones necesarias previas, durante y posteriores, en el caso de derrames involuntarios o accidentales.

Estrategias

Simulacros de emergencia

Planificación, ejecución y evaluación

Este procedimiento da pautas para el capitán y la tripulación en materia de seguridad y simulacros de seguridad, y debe mantenerse a bordo. El procedimiento describe la manera en que los entrenamientos pueden planificarse, ejecutarse y evaluarse.

Todos los buques deben cumplir con el Convenio **SOLAS** (Safety of Life at Sea), **ISM** (International Safety Management Code), **ISPS** (Código Internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias), así como con los requisitos para el entrenamiento. El código ISM reconoce que los entrenamientos son vitales para la formación de la tripulación, a quienes se prepara para casos de emergencia.

La temporalidad propuesta para los simulacros es la siguiente: El simulacro de incendio debe practicarse por lo menos una vez al mes.

- ✓ El entrenamiento de dirección de atención de emergencias debe darse al menos una vez cada 3 meses.
- ✓ Las prácticas para maniobrar los botes de rescate deben hacerse al menos una vez cada 3 meses.
- ✓ Los entrenamientos de seguridad deben realizarse al menos una vez cada 3 meses.
- ✓ El capitán es responsable de la ejecución y de los ejercicios a bordo.
- ✓ El equipo de gestión de flota le dará toda la ayuda necesaria.

1. Pautas según SOLAS para los simulacros.

Los simulacros se realizarán caso de que:

- El buque entre en servicio por primera vez.
- Se hayan realizado modificaciones mayores sobre el buque.
- Un equipo totalmente nuevo comience a trabajar a bordo.

Estos ejercicios se realizarán antes de zarpar.

Durante los ejercicios de seguridad del barco y de la tripulación, debe tenerse siempre en cuenta lo siguiente:

El buque no debe ser expuesto a peligro (por ejemplo: dejar un número limitado de tripulación de guardia), ni la tripulación. Asimismo, deberán tomarse en cuenta ciertas circunstancias durante el ejercicio (por ejemplo, mal tiempo), o el horario de los ejercicios (matutinos, vespertinos, nocturnos).

Por su relevancia, todas las actividades de simulacro deben ser registradas en la bitácora por fecha, hora y tipo de entrenamiento.

2. *Simulacro de abandono del barco*

Cada mes debe realizarse un simulacro.

Cada simulacro de abandono de la nave debe incluir:

- ✓ La instrucción a la tripulación y otras personas a bordo para proceder a las estaciones de inspección.
- ✓ El reporte en las estaciones y la preparación para las responsabilidades descritas en la lista de la revista.
- ✓ Revisar que todo el personal esté correctamente vestido.
- ✓ Revisar que los chalecos salvavidas estén sujetos correctamente.
- ✓ Revisar que el equipo de trabajo esté en buenas condiciones.
- ✓ Aplicar la prueba de iluminación de emergencia para conseguir anti-rusos y abandono.
- ✓ El bajado de al menos un bote salvavidas después de cualquier preparación necesaria para la puesta en marcha.
- ✓ El arranque y funcionamiento del motor del bote salvavidas.
- ✓ La operación de pescantes utilizados para el lanzamiento de balsas salvavidas.
- ✓ La búsqueda y rescate de las personas que podrían quedarse atrás.
- ✓ La instrucción en el uso de dispositivos de salvamento de radio.

Cada bote salvavidas debe ser realmente lanzado (con su equipo de funcionamiento), al menos una vez cada tres meses. Esto también se aplica a los botes de rescate que puedan estar a bordo.

El despliegue de las balsas salvavidas de pescante debe ser practicado por lo menos cada 4 meses.

3. Simulacros de incendio

Cada mes, debe realizarse un simulacro de incendio.

Cada ejercicio debe incluir:

- El reporte de las estaciones y la preparación para las responsabilidades descritas en la lista de la revista.
- El comienzo de una bomba de fuego, utilizando por lo menos el requerimiento de dos chorros de agua para demostrar que el sistema está en funcionamiento.
- El chequeo del equipo de bombero y otros equipos de rescate personal (aparato respiratorio).
- El chequeo de equipos de comunicación pertinente.
- El chequeo en el funcionamiento de puertas y principales entradas y salidas de los sistemas de ventilación en el área de la broca.
- El chequeo de los arreglos necesarios para el posterior abandono de la nave.

Los equipos utilizados durante el ejercicio deberán ser inmediatamente devueltos a su condición totalmente operativa.

Cualquier defecto técnico descubierto durante los ejercicios debe remediarse tan pronto como sea posible.

4. Emergencia del manejo

Cada 3 meses debe hacerse un simulacro del manejo.

El entrenamiento debe incluir:

- Cambio de normal a dirección de emergencia.
- Chequeo de la comunicación entre el puente y la posición del manejo de emergencia.
- Cambio del timón a posición de emergencias.

5. El responsable de simulacros de tablero

SOLAS requiere que una embarcación de salvamento, que no sea un bote salvavidas, sea lanzada con los tripulantes asignados a bordo, y maniobrada en el agua al menos una vez cada 3 meses.

Tal ejercicio puede incluir:

- ✓ Realce de salvavidas con la señal de luz y el humo, en el lado que se asume al responsable caído por la borda.
- ✓ El sonido de tres explosiones prolongadas de las naves que silban, como mínimo, y su repetición según sea necesario.
- ✓ Preparación del bote de rescate para el lanzamiento.
- ✓ Asignación de un puesto de observación con binoculares y las instrucciones para mantener un reloj continuo del responsable por la borda.
- ✓ Notas sobre la posición de la nave, viento, velocidad, dirección y tiempo.
- ✓ Mantener motores listos para maniobrar.
- ✓ Distribuir radios VHF portátiles para la comunicación.

6. Entrenamientos SOPEP (Shipboard Oil Pollution Emergency Plan).

- ✓ El personal debe tener en cuenta que el equipo se utiliza para la prevención y la limpieza de contaminación.
- ✓ El Plan SOPEP contiene un inventario de dichos equipos.
- ✓ La tripulación debe entrenarse periódicamente en el uso de los equipos disponibles.
- ✓ Antes de cualquier abastecimiento de combustible, será útil llevar a cabo este ejercicio o entrenamiento.
- ✓ El entrenamiento SOPEP (contaminación) debe hacerse por lo menos dos veces al año.
- ✓ Cuando se siguen los procedimientos, cada reportaje puede verse como un SOPEP de simulacro.
- ✓ El Plan SOPEP de la embarcación contiene más detalles sobre los entrenamientos SOPEP.

7. Simulacros de seguridad

Para asegurarse que el equipo se entrene en todas las tareas asignadas de seguridad, en todos los niveles de seguridad, el Oficial a Cargo de la Seguridad en la Embarcación (SSO) será quien organice y supervise los ejercicios de seguridad a bordo. Estos ejercicios se llevarán a cabo con los tripulantes pertinentes, para garantizar la aplicación efectiva del plan de seguridad de la embarcación.

Estos simulacros de seguridad se llevarán a cabo al menos una vez por trimestre. En caso de que más del 25% de la tripulación haya sido cambiada por otros miembros que no zarparon en la nave (en el último año), se llevará a cabo un simulacro dentro de la semana siguiente al cambio de tripulación.

Cada año (con intervalos de no más de 18 meses), se llevará a cabo un ejercicio de emergencia. Este ejercicio consiste en el barco, considera el equipo de crisis en la sede y el equipo de apoyo (incluyendo la compañía del responsable de la seguridad).

El esquema para simulacros de seguridad a bordo se presenta a continuación:

- Ejercicios con frecuencia.
- Simulacro para la búsqueda de bombas / explosivos.
- Búsqueda de bombas
- Personal
- Polizones de ámbito
- Precauciones por la piratería
- Evacuación de la nave anualmente (ver por encima de todo el equipo en abandono de la nave).

8. Otros simulacros de emergencia

Según el Código ISM en la preparación para emergencias, los procedimientos deben ser establecidos para identificar, describir y atender posibles situaciones de emergencia a bordo.

Para estas situaciones, debe establecerse un simulacro y preparar acciones de emergencia en el programa de entrenamiento.

Se deben establecer procedimientos para atender, por lo menos, las siguientes emergencias:

- Colisión
- Encallamiento o varada
- Inundación
- Fracaso estructural
- Búsqueda y rescate
- Lesiones serias
- Falta de propulsión
- Falta de energía eléctrica

También es posible encuadrar una combinación de situaciones de emergencia en un solo procedimiento. Los entrenamientos deben realizarse una vez al año para cada emergencia.

9. Instrucciones y familiarización individual

Aparte de los ejercicios que se llevan a cabo con el equipo, los miembros de la tripulación deben recibir una familiarización con el uso de los equipos de seguridad a bordo, incluyendo el equipo de embarcaciones de supervivencia. La familiarización puede extenderse en el tiempo, pero debe cubrir todos los aspectos en un plazo de dos meses.

El Manual de entrenamiento de seguridad contiene un cúmulo de información sobre las actividades de lucha contra el fuego, prácticas de seguridad generales de atención contra el fuego, operación y uso de sistemas contra incendios, y otros similares. Los nuevos miembros de la tripulación pueden familiarizarse por medio de este manual.

De vez en cuando, cada tripulante debe recibir instrucciones específicas de seguridad, que incluirán (pero no necesariamente estarán limitadas a):

- ✓ Balsas de operación y uso de chalecos inflables de la embarcación.
- ✓ Procedimientos de primeros auxilios.
- ✓ Operación y uso de dispositivos de extinción de incendios.
- ✓ Instrucciones especiales sobre el uso del equipo de seguridad en severas condiciones climáticas y del mar.

10. Evaluación y registros

Todos los ejercicios que se llevan a cabo deben ser registrados en la bitácora. Dicho diario contiene el tipo de simulacro, el nombre de los tripulantes involucrados, y cualquier otra particularidad.

- ✓ El programa debe contener registros para la divulgación de los entrenamientos.
 - ✓ El cuestionario de la evaluación del simulacro (EQP-021b) se utilizará para la evaluación de los ejercicios.
 - ✓ El formulario se almacenará a bordo al menos cinco años.
 - ✓ El Comité de seguridad a bordo y el Capitán evaluarán todos los simulacros.
 - ✓ El mismo formulario deberá ser utilizado y administrado por la flota, como adjunto del Comité de seguridad de informes.
- ***Acciones a considerar en el Manejo de Combustible.***

Almacenaje y Abastecimiento de Combustibles.

El área diseñada para almacenar y abastecer de combustible a las embarcaciones debe contar con normas de seguridad, ofrecer acceso sencillo para los usuarios, y permitir una fácil limpieza en caso de derrames de combustible, para lo cual se deberán utilizar pantallas flotantes para confinar el derrame.

- ♣ Para todas las actividades de almacenaje, abastecimiento y seguridad del combustible deberán seguirse los lineamientos establecidos por la normatividad aplicable.
- ♣ El área de almacenaje y abastecimiento de combustible deberá tener un responsable de su operación debidamente capacitado.
- ♣ El área de almacenamiento dentro de la embarcación deberá contar con los equipos de emergencia y planes de contingencia autorizados por el Sistema Estatal de Protección Civil.
- ♣ El área de almacenaje y abastecimiento deberá contar con la señalización visible de la existencia de materiales inflamables, y estará prohibido fumar o encender fósforos o cualquier tipo de fuego o ignición.

Con los diferentes simulacros y entrenamientos de seguridad, se prevé no solo evitar afectaciones al personal y equipos del proyecto, sino también evitar impactos ambientales al ecosistema marino por alguna eventualidad

VI.11.2 Subprograma de Atención a Contingencias por Fenómenos Meteorológicos.

Cuando se trabaja en una zona con actividad de tormenta tropical, es necesario prepararse para el enfoque de una fuerte tormenta. La zona de trabajo es vulnerable a tormentas tropicales u otros fenómenos naturales fuertes y probables. Por lo tanto, la posibilidad de ciclón o huracán deberá investigarse en la preparación de la fase temprana del proyecto.

La posición más reciente de una tormenta tropical en la zona deberá ser supervisada diariamente, a través de estaciones meteorológicas y por pronósticos locales.

Metas

Las metas planteadas para la implementación del Subprograma de Atención a Contingencias por Fenómenos Meteorológicos son las siguientes:

1. Reducir y en lo posible, eliminar riesgos derivados de posibles contingencias ambientales naturales, especialmente huracanes e incendios.
2. Identificar e implementar las acciones necesarias previas, durante y posteriores, en el caso de huracanes.

Estrategias

La principal estrategia prevista para alcanzar las metas referidas es:

- **Preparativos para tormentas tropicales u otros fenómenos meteorológicos.**

La preparación ante una tormenta implica un enfoque de 3 fases, basado en estas previsiones:

Primera fase / código azul: una tormenta se desarrolla y puede llegar a la zona en 24-48 horas.

Segunda Fase / código amarillo: la tormenta va a llegar a la zona en 12 horas.

Tercera Fase / código rojo: la tormenta ha llegado a la zona y es inminente.

El responsable de proyecto se asegurará de que se realicen las siguientes preparaciones.

Preparativos para la primera fase / código azul:

- ✓ El personal operativo a bordo deberá estar consciente de qué hacer en caso de tormenta.
- ✓ El personal operativo será designado para la operación del equipo.
- ✓ Todas las empresas subcontratistas nombrarán un equipo en espera.
- ✓ Debe ser diseñada una Ruta de Evacuación. Ésta deberá ser dibujada en un mapa claramente etiquetado.
- ✓ Comprobar la capacidad de soportar fuertes vientos.
- ✓ El sitio del proyecto será limpiado de materiales sueltos y basura.
- ✓ Todos los materiales no utilizados serán atados en manojos o almacenados en contenedores.
- ✓ Todas las escaleras portátiles serán bajadas y aseguradas;
- ✓ Todos los contenedores serán asegurados y protegidos contra fuertes vientos.
- ✓ Todas las puertas y ventanas deberán fijarse y ser cubiertas temporalmente, como parte de los preparativos ante la tormenta.
- ✓ El agua potable, comida, antorchas, velas, fósforos y radios de baterías estarán disponibles.
- ✓ Los vehículos deberán colocarse en almacenamiento, o ser asegurados y atados.
- ✓ El responsable del equipo preparará una lista de la tienda.
- ✓ El equipo deberá llevar suficiente combustible y almacenes al abandonar el proyecto.
- ✓ El capitán de cabeza preparará un plan de viaje para evitar la tormenta.

Preparativos para la segunda fase / código amarillo:

- ✓ El responsable del proyecto decidirá si el personal en el proyecto deja de trabajar.
- ✓ El responsable del proyecto informará al área de manejo sobre la situación.
- ✓ Toda la embarcación seguirá los términos y condiciones de sus pólizas de seguros.
- ✓ El aviso de advertencia de tormentas aparecerá en todas las entradas principales de edificios de oficinas.
- ✓ Las empresas contratistas se comunicarán con la gestión de proyectos para la evacuación.
- ✓ Los subcontratistas deberán asegurar los equipos de activación de alarma.
- ✓ Las estructuras temporales para olas y otros objetos sueltos deben ser fijados.
- ✓ Se dará el aviso de alerta a todos los trabajadores.
- ✓ Todos los suministros eléctricos no esenciales estarán aislados.
- ✓ Las precauciones de inundación necesarias deberán incluir los drenajes.
- ✓ Los equipos de emergencia deberán estar listos para usarse.
- ✓ Todas las puertas y ventanas deberán estar aseguradas y cubiertas o pegadas.
- ✓ Todos los equipos auxiliares deberán estar firmemente anclados o colocarse en tierra, si es posible (anclajes, tubería flotante, boyas, etc.);
- ✓ Los subcontratistas se asegurarán de que se han tomado todas las precauciones, en especial: aislar todos los suministros eléctricos no esenciales bajo su control.
- ✓ Todos los auges de la grúa se bajan a la tierra.
- ✓ Los patrones de la cabeza del equipo de navegación marítima deberán iniciar la sujeción del mar y se prepararán para el mar fuera de la trayectoria de la tormenta.
- ✓ Se revisará el nivel de búnker.
- ✓ Se dejará el equipo de navegación, dependiendo de la trayectoria de la tormenta.
- ✓ La red y todos los equipos deberán estar almacenados de forma segura.
- ✓ Se guardarán de forma segura copias de seguridad de archivos esenciales.

Tercera fase / código rojo:

- Mantener todas las precauciones, tan pronto como sea posible.
- Moverse dentro de una habitación interna, si está disponible.
- Cerrar todas las cortinas y mantenerse alejado de las ventanas.
- Accionar el radio y escuchar las noticias.
- Prepararse para poder cerrar, y asegurarse de tener antorchas en mano.
- Tratar de mantener la calma y seguir las instrucciones dadas por la administración o por la radio.
- No salir si cesa el viento, pues se podría estar en el centro (ojo) de la tormenta.
- Permanecer en el interior hasta que se anuncie que se está fuera de peligro.

Después de la tormenta

- Los equipos deberán comprobar el estado del tiempo del sitio, e informar a los administradores responsables de los trabajos, incluyendo cualquier daño que haya sido causado.

Extremo relámpago

General

En todo el mundo, las personas y el equipo pueden estar expuestos a los peligros de los rayos, resultando daños al equipo o varios tipos de lesiones (para el caso de las personas, parálisis, quemaduras, pérdida del conocimiento y muerte). Por lo tanto, es importante evaluar si ocurren y cuándo ocurren las caídas de rayos o las tormentas eléctricas en el lugar donde se realizan las operaciones. Se debe tomar nota de la previsión del tiempo y estar preparados para un súbito relámpago.

Cuando esté en una embarcación o en las oficinas (con posibilidad de refugio):

- Ir hacia dentro.
- Permanecer lejos, lo más lejos posible de los puntos más altos (por ejemplo antenas, etc.).
- Una vez en el interior, manténgase alejado de puertas y ventanas.
- No utilizar el teléfono (móvil) u otros dispositivos que transmiten.
- Apagar, desconectar y alejarse de electrodomésticos, computadoras, herramientas eléctricas etc.;

Cuando esté al aire libre (pequeñas embarcaciones, sandfill, etc.):

- Cuando se observan los primeros signos de tempestad con truenos, buscar refugio inmediatamente.
- De ser posible, regresar a la embarcación, embarcadero u oficinas.
- Si no es posible regresar adentro, buscar refugio en tierra.
- Permanecer lejos de objetos metálicos (vallas, maquinaria, herramientas eléctricas etc.).
- Ponerse agachado o sentarse sobre los talones (para reducir la superficie de contacto en el suelo).
- Evitar la proximidad (mínimo 5 metros) con otras personas.
- No utilizar teléfonos móviles u otros dispositivos que transmiten.

Primeros auxilios, cuando alguien está herido:

- Si alguien es golpeado por un rayo, no lleva una carga eléctrica y puede ser manejado con seguridad: aplicar el procedimiento de emergencia establecido.

Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.

- ✓ Establecimiento del Comité de Coordinación para Contingencias Ambientales y de Brigadas.
- ✓ Relación de cursos de capacitación de brigadas impartidos y de simulacros realizados.
- ✓ Plan general de contingencias (huracanes, incendios, derrames de sustancias y manejo de combustible).
- ✓ Relación de contingencias atendidas.
- ✓ Relación de material y equipo contra incendio en obra y bitácoras de mantenimiento.
- ✓ Relación de equipo y materiales para la atención de derrames accidentales.

VI. 12. Programa de Educación Ambiental.

La falta de información, concientización y capacitación sobre el valor ecológico del ecosistema marino, los bienes y servicios ambientales que proporcionan y sus recursos naturales asociados, son causas de usos no apropiados que pueden determinar desde un mal manejo hasta un daño severo.

Bajo este contexto, se pretende la implementación de un Programa de Educación Ambiental, orientado a incidir sobre todo al personal que labora dentro de las embarcaciones (draga y barcaza), de tal forma que todas las actividades sean calificadas mediante la impartición de cursos de capacitación específica para cada una de las áreas.

Será necesario instruir a todos los empleados de las embarcaciones para que sepan cuáles son las reglas internas. Esta capacitación debe ser documentada e impartida antes que el personal operativo comience a laborar, sin importar cuál sea su prospectiva labor. Además, los empleados que laboren en las diversas áreas deberán participar en cursos de actualización.

Los prestadores de servicios, contratistas y arrendatarios, que laboren dentro de las instalaciones de las embarcaciones (draga y barcaza), deberán sustentar que cuentan con la

capacitación adecuada para llevar a cabo las labores que desarrollan, así como sus correspondientes actualizaciones.

Objetivos

- Ejecución de acciones para la difusión de información en torno a la protección y conservación del ecosistema marino.
- Acciones orientadas a la concientización del personal operativo para la protección, preservación y conservación del ecosistema marino del sitio del proyecto, y de los recursos naturales que en él habitan.

Impactos ambientales atendidos

La implementación del Programa de Educación Ambiental tendrá como objetivo la identificación y atención de los siguientes impactos ambientales:

1. Pérdida o afectación a individuos de fauna marina
2. Alteración de la calidad de agua marina

Las acciones propuestas para el presente Programa, conllevan a la minimización de los impactos antes señalados.

Metas

Con objeto de proporcionar información y llevar a cabo la educación y capacitación ambiental del personal operativo en la embarcación, se establecieron las siguientes metas.

Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

1. Generar materiales de información audiovisual sobre el valor ecológico, social, económico y cultural del ecosistema marino y de los recursos naturales de la región, y difundirlos apropiadamente entre los diversos protagonistas del proyecto, de acuerdo a la fase del proyecto que corresponda.

2. Generar materiales de información audiovisual sobre el manejo y uso sostenible de recursos, así como la prevención de problemas de contaminación ambiental al mar, y difundirlos apropiadamente entre el personal operativo de la draga y la barcaza.
3. Concientizar a operadores del proyecto, sobre el valor e importancia de preservar el ecosistema marino y los recursos naturales involucrados en el sitio del proyecto y la zona de influencia del mismo, promoviendo la sensibilización y la reflexión sobre estos temas.
4. Capacitar a operadores del proyecto sobre la aplicación y cumplimiento de la normatividad e instrumentos ambientales aplicables al caso.
5. Informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto.
6. Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del medio marino del área del proyecto.
7. Definir y generar un sistema integral de señalamientos y carteles ambientales para el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, con énfasis en la protección y prevención de contaminación del ecosistema marino.

Las principales estrategias previstas para alcanzar las metas son las siguientes:

A. Diseño y distribución de material de información sobre la importancia del ecosistema marino.

Se propone que el tipo de materiales a elaborar en el marco de este Programa, sea a base de trípticos, en los que se haga destacar la importancia del ecosistema marino. Asimismo y como apoyo a los otros programas del **Sistema de Manejo y Gestión Ambiental** del proyecto, se diseñarán trípticos que permitan al personal operativo estar mejor informados y ser actores de dichos programas de manejo ambiental. Un ejemplo de este tipo de trípticos podría ser uno en el que se señale la importancia de separar los residuos que pueden ser generados en la draga y en la barcaza para poder reutilizarlos o reciclarlos, y así disminuir el volumen de residuos. Otro de los temas que se abordan con materiales impresos en trípticos es el de la normatividad ambiental aplicable en la protección de fauna marina, y sobre la importancia de no arrojar residuos al mar.

B. Diseño e impartición de talleres y cursos de capacitación ambiental.

Como ejemplo del contenido, objetivos y metas de este tipo de talleres descritos en la Tabla VI.8, se presenta una relación de los temas que pueden ser abordados para la capacitación básica de los actores involucrados en la operación del proyecto.

Tabla VI.8 Ejemplos de talleres para capacitación ambiental a impartir a contratistas, mandos medios y en su caso, a personal del proyecto.

CONTENIDO	OBJETIVOS
<p style="text-align: center;">PROTECCIÓN DE FAUNA MARINA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importancia ambiental. • Normatividad aplicable a la embarcación. • Fauna protegida conforme a la Normatividad Ambiental (mamíferos marinos, tortugas marinas, ictiofauna, etc.) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informar sobre el valor ecológico de la fauna marina y sobre la normatividad que existe para propiciar su cuidado y conservación en el sitio del proyecto. 2. Proporcionar información sobre la fauna marina presente en el sitio, con el fin de contribuir a la conservación y apreciación de la fauna acuática del sitio. 3. Informar sobre las reglas de MARPOL

Capacitación Ambiental.

La preparación y actualización del personal operativo, contratistas y prestadores de servicios que laboran dentro de la draga y la barcaza, requiere de capacitación para que desempeñen sus actividades eficaz y eficientemente en cada área.

Los temas que deben abordarse dentro de la capacitación son:

- Manejo de residuos tales como plásticos, papel, envases de cualquier clase, y su depósito en los recipientes correspondientes.

- Protección y conservación de fauna marina presente en el sitio del proyecto, a fin de evitar cazar, molestar, transportar, capturar o lastimar a la vida silvestre que exista en el sitio, y que esté regulada por las autoridades correspondientes.
- Manejo de residuos peligrosos como hidrocarburos, combustibles, trapos con aceites, estopas, trapos y pinceles con pinturas y solventes, filtros de aceite y filtros de combustible usados.
- Riesgos en el Manejo de combustible, a fin de evitar derrames en el mar cuando se transfieran éstos a los tanques operativos de maquinaria, equipo móvil, o cualquier otro equipo que utilice combustible.
- La administración de la embarcación deberá asegurarse de capacitar a las personas que intervienen en la operación del proyecto respecto a las buenas prácticas, e instruir al personal sobre la importancia de no arrojar al agua de mar, residuos sólidos como: cables eléctricos, soldadura y demás material de desecho producto de cada actividad. Por el contrario, instruirlos para que los depositen en los sitios destinados.
- Al contratar servicios para realizar actividades específicas, se debe asegurar que la empresa y su personal cuenten con la capacitación y permisos requeridos para prestar los servicios. Asimismo, se les hará responsables de dejar las instalaciones limpias, una vez terminado el trabajo.

C. Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales.

El tipo de señalamientos que se elaborarán en el marco de este Programa, y que serán colocados en diferentes partes del lugar de trabajo, deberán tener un enfoque prohibitivo o preventivo para la protección y conservación del ecosistema marino y sus recursos. Las figuras deberán representar elementos aplicables, como modelos a seguir en el caso del proyecto.

D. Indicadores de Cumplimiento.

- Presentaciones visuales y/o audiovisuales elaboradas y relación de su exposición ante protagonistas del proyecto.

- Relación y copia de trípticos elaborados para ecosistemas, obligaciones y buenas prácticas ambientales, en el marco del proyecto.
- Relación de talleres y/o cursos impartidos en el marco del proyecto y de los asistentes.
- Diseños finales de la señalización determinada para protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de ecosistemas, en el marco del proyecto.
- Relación de señalizaciones colocadas y fotos de ejemplificación.

E. Recomendaciones a considerar.

- ♣ Entregar a cada contratista y prestador de servicios un tríptico con las políticas y reglas de la draga y la barcaza, la primera vez que aborden la embarcación, e insistir en que comprueben estar asegurados por daños a terceros.
- ♣ Incorporar las buenas prácticas en los contratos celebrados con contratistas y prestadores de servicios.
- ♣ No permitir que se realice ningún trabajo que sea contradictorio con las políticas de la embarcación.
- ♣ Desarrollar un taller o seminario ambiental dirigido a todo el personal operativo y directivo de las embarcaciones. Se promoverá la capacitación y/o certificación de prestadores de servicios, para minimizar los riesgos, accidentes, derrames y afectaciones ambientales durante la prestación de tales servicios.
- ♣ Todo prestador de servicios que vaya a efectuar arreglos de motor, transmisión, carpintería y pintura o eléctricos, deberá contar con capacitación en el manejo correspondiente de mantenimiento y reparación.
- ♣ Las personas que laboren en la embarcación, los contratistas, y los que presten sus servicios dentro de las instalaciones, deberán contar con una bitácora o constancia de capacitación periódica (según su área) que muestre que el personal está debidamente calificado. Esta capacitación deberá tomarse una vez que el empleado haya ingresado, y será renovada cada seis meses.
- ♣ Entrenar a los empleados en procedimientos de contención de derrames.

Desarrollar una campaña permanente de educación al personal operativo que se encuentre a bordo de la embarcación, como una forma eficaz de prevenir y reducir la contaminación al medio marino.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

- Hacer publicidad de los logros alcanzados.
- En la operación del proyecto, se promoverá la difusión de reglas de operación y funcionamiento, reglamentos internos y procedimientos de emergencia entre el personal operativo.
- Establecer programas de educación, difusión y entrenamiento para los navegantes, dirigidos a los diferentes actores que operan en el proyecto, para evitar la disposición inadecuada de materiales contaminantes.
- Colocar letreros que detallen las buenas prácticas de manejo.
- Colocar letreros en áreas de mantenimiento de las embarcaciones, para que todos estén enterados acerca de las políticas ambientales de las instalaciones.
- Colocar letreros en inglés y español en:
 - a) Áreas de acceso y rutas de evacuación.
 - b) Salidas de emergencia.
 - c) Áreas de disposición de desechos sólidos, reciclable, residuos orgánicos para composta, aceites y residuos peligrosos.
 - d) Áreas de abastecimiento de combustibles y de bombeo de aguas negras de la embarcación.
 - e) Donde se disponga de materiales y equipos de emergencia: extintores, botiquines, hachas, etc.
- Hacer un reconocimiento a la embarcación que demuestre responsabilidad ambiental, que hace esfuerzos por controlar la contaminación. Incluir una nota en el boletín de la embarcación; poner una hoja adicional con las fotos de las personas involucradas, darles un premio, etc.
- Estimular a las personas a tener una participación proactiva.

VI.13. Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio

Marino.

Se ha considerado necesaria la realización de un Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino, comprendiendo el área de afectación (pluma de dispersión) acuática adyacente al sitio del proyecto. Se busca demostrar que las condiciones que guarda actualmente este ecosistema, así como los bienes y servicios que proporciona en este momento, se conservarán durante el desarrollo del proyecto y su posible abandono de la draga para la extracción de arena fosfática. Se plantea que el Programa propuesto sea permanente, dando inicio antes de la implementación del proyecto, con objeto de tener un parámetro de referencia para la calidad del agua.

Impactos ambientales atendidos

Derivado del análisis presentado en el Capítulo V de la presente MIA, los impactos más relevantes para el planteamiento del Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino son los siguientes:

Tabla VI.9 Impactos ambientales atendidos

Impactos ambientales atendidos
Alteración en la productividad primaria
Alteración en la composición y transporte de sedimentos
Alteración en la calidad de agua marina
Afectación a la actividad pesquera
Pérdida o afectación a individuos de especies de tortugas marinas
Pérdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna
Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces

cartilagosos

Es evidente que con la ejecución del programa planteado y de las acciones propuestas que más adelante se mencionan, se atenderán los impactos de alteración en la calidad de agua marina, así como la alteración en la composición y transporte de sedimentos y por ende, la alteración en la productividad primaria. Los cuatros últimos impactos citados en la tabla anterior, podrán ser atendidos de manera simultánea con los siguientes programas:

Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa, Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos y Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino.

Objetivos

Los objetivos generales del Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino, son los siguientes:

- A. Establecer, sobre bases científicas, un esfuerzo sistemático de monitoreo de la calidad del agua.
- B. Asegurar que la concentración de componentes químicos en el agua descargada de la barcaza o draga, esté dentro del rango previsto en la normatividad aplicable
- C. Comprobar que la concentración de componentes químicos en la columna de agua de mar adyacente al dragado y al proceso de preparación para el transporte procesamiento de los buques, esté dentro del rango previsto en la normatividad aplicable
- D. Documentar y demostrar el riguroso cumplimiento de los parámetros de calidad del agua exigidos.
- E. Asegurar la disponibilidad de los resultados de las pruebas de monitoreo para la calidad del agua de mar, y el monitoreo de sedimentos a las autoridades reguladoras.
- F. Contar con los procedimientos de gestión apropiados para asegurar que, en caso de que la composición química del agua de mar o sedimentos depositados excedan lo predicho en la MIA, se implemente una estrategia para ajustar el procedimiento de dragado o el Proceso de Preparación para el Transporte. Esto se conoce como “manejo adaptativo” y

actualmente es ampliamente adoptado como la mejor práctica en dragado para grandes infraestructuras.

- G. Vigilar la evolución de la calidad ambiental del agua dentro de la zona de influencia de la operación del proyecto.
- H. Promover activamente la integración del monitoreo de la calidad de agua en las zonas adyacentes, con cualquier otro que se esté ejecutando o que vaya a ejecutarse en este sistema promovido por las autoridades competentes, a fin de apoyar la posibilidad de distinguir y ponderar todas las posibles fuentes de cambio, a partir del estado actual.

El cumplimiento de los objetivos antes señalados y el poder discernir científicamente las tendencias ambientales del medio acuático (marino-costero) adyacente al sitio del proyecto, es una tarea de importancia tanto para los fines ecológicos como comerciales, ya que un ecosistema deteriorado reduce el interés de la actividad de pesca, por ejemplo. La buena calidad del agua es crítica para estos fines. Es por esto que, en caso de autorizarse el proyecto, en el marco de este Programa será necesario utilizar indicadores ambientales seleccionados por los científicos y/o expertos responsables, tomando como línea base los estudios de caracterización elaborados en el marco de esta MIA (Analytical Report of Calscience Enviromental Laboratories), y en algunos otros estudios de referencia de la zona, cuyo análisis comparativo con los del monitoreo serán la base para el logro de los objetivos referidos porque permitirán detectar cambios en el ambiente a través de mediciones físicas, químicas o biológicas. Por ejemplo, en las variaciones de salinidad y de temperatura suelen estar estrechamente relacionadas las condiciones naturales ambientales o climatológicas, la cuales producen incrementos ligeros de salinidad estacionales. Lo anterior revisando las líneas de investigación que IMECOCAL ha venido realizando en la zona de estudio, las cuales permitieron una mejor descripción de los principales mecanismos físicos que afectan la estructura termohalina y los patrones de corrientes frente a la Península de Baja California. Los resultados han mostrado que la variabilidad termohalina y el patrón de corrientes responden principalmente a forzamientos de escala estacional.

El uso de indicadores permitirá evaluar la condición fundamental del ambiente, sin la necesidad de analizar la totalidad del sistema. En este documento se incluyen, de manera descriptiva mas no limitativa, indicadores seleccionados respaldados por su aplicación generalizada dentro del ámbito científico especializado. Además, se fundamentan en un marco

de referencia teórico sólido que permite una interpretación precisa, y se basan en la mejor comprensión científica disponible, de tal forma que los cambios en indicadores simples pueden relacionarse con tendencias ambientales más complejas. Con el uso de los indicadores ambientales seleccionados para el medio acuático, se busca simplificar el reporte del estado del ambiente en dos formas: la primera, es que tengan un significado bien entendido y puedan ser medidos regularmente a fin de que sus valores y tendencias puedan ser fácilmente interpretadas y por lo tanto, proporcionen información valiosa sobre aspectos críticos del ambiente. La segunda, es que sirvan para que la difusión pública de la información sobre el ambiente sea efectiva y eficiente.

Tanto los indicadores que se incluyen en esta sección como los que se llegaren a incorporar en este Programa deberán seleccionarse sobre las siguientes bases:

- Ser científicamente comprobables.
- Ser fácilmente interpretables.
- Servir como indicadores claros de cambio ambiental.
- Reflejar un elemento valioso del ambiente o un aspecto ambiental importante.
- Ser de utilidad para el monitoreo de las tendencias ambientales en un rango apropiado de escalas espaciales, desde las locales hasta las regionales.
- Poder ser monitoreados regularmente, ya sea mediante programas existentes o a través de nuevos programas que puedan ser establecidos en un futuro, a un costo razonable.

Con estos objetivos y estas bases conceptuales, a continuación se presentan las estrategias y actividades a seguir para la ejecución del Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Medio Marino.

A. Zonas a analizar

Zona Marina.

Comprende la zona marina inmediata adyacente al sitio del proyecto o área de afectación (pluma de dispersión), así como la columna de agua, durante el proceso de dragado. En esta

zona, el monitoreo es necesario no sólo por los posibles efectos del proyecto en caso de que sea autorizado, sino también, y con igual grado de importancia, para discernir en qué medida cada uno de los actores que actualmente inciden sobre esta zona marino-costera, ejerce influencia de cualquier índole sobre el ambiente acuático, para lo cual es imprescindible considerar indicadores específicos aplicables a las posibles fuentes de impacto.

B. Finalidad del monitoreo.

El monitoreo de la calidad del agua deberá permitir evaluar las tendencias temporales y espaciales de la calidad del agua del ambiente marino costero, con el fin de:

- a) implementar acciones directas evitando la degradación ambiental;
- b) detectar la introducción de contaminantes al agua;
- d) desarrollar criterios de calidad ambiental con fines regulatorios.

Para el tema del análisis de la calidad del agua y su posible contaminación, se seleccionaron indicadores físicos, químicos y bacteriológicos, así como de productividad primaria. Los detalles y métodos correspondientes se presentan adelante, en cada apartado específico.

C. Puntos o Estaciones de muestreo

Para cubrir el monitoreo de la calidad del agua marina adyacente al proyecto (área de afectación), así como el área puntual de afectación del proyecto, será necesario tomar como referencia los mismos puntos de muestreo que han sido considerados, en un total de 50 puntos de muestreo, de acuerdo al muestreo inicial realizado, ubicados de tal manera que permitan obtener información sobre las condiciones ambientales locales.

El número y sitios de muestreo podrán variar dependiendo de la zona que se esté dragando.

D. Actividades de posible impacto y parámetros considerados para el monitoreo.

Con el propósito de seleccionar los indicadores más adecuados, se hizo una revisión de las actividades que normalmente pueden generar impactos en aguas marino costeras y de las sustancias que potencialmente pueden afectar estos ecosistemas, como por ejemplo: los derivados del mantenimiento a los cascos de las embarcaciones, grasas y aceites, combustibles, agua de sentinas, aguas residuales y desechos sólidos, orgánicos e inorgánicos. Asimismo, son contaminantes los jabones que contienen diferentes agentes de limpieza, tales como cloro y amonio en concentraciones elevadas cuyo mayor impacto ocurre en las aguas superficiales donde el plancton es más abundante; también los aceites, anticongelantes y solventes que contienen otros componentes químicos, tales como zinc, azufre o compuestos de carbono que son tóxicos.

Para la selección de estos indicadores, también se consideraron los parámetros críticos de la química del agua como son la salinidad, la temperatura, el oxígeno disuelto y los nutrientes, particularmente el nitrógeno y el fósforo por su efecto potencial sobre el crecimiento del fitoplancton.

Asimismo y debido a que se tendrá la operación de las embarcaciones, igualmente se deben considerar otras sustancias altamente contaminantes como son combustibles, grasas y aceites las cuales flotan, en el caso de que se derramen sobre el agua, pudiendo causar efectos dañinos.

Tomado en cuenta las consideraciones referidas, los **parámetros específicos** seleccionados de manera indicativa mas no limitativa para el monitoreo de la calidad del agua en la zona marino-costera adyacente a la marina, son los siguientes:

- a) Temperatura y pH;
- b) Salinidad;
- c) Oxígeno disuelto;
- d) Carbono orgánico total;

e) Metales pesados (aluminio, arsénico, cadmio, cromo, hierro, níquel y zinc)

f) Nutrientes (Nitrógeno total, Fósforo total y Fosfatos)

g) Productividad primaria.

Hemos visto anteriormente que durante las actividades de dragado se creará una pluma de dispersión que dará lugar simultáneamente a dos fenómenos: por un lado, la sedimentación de partículas gruesas y por el otro, la suspensión de sólidos finos que aumentarán en la columna de agua. Dichos sólidos en suspensión aumentarán niveles de fosfatos en la columna de agua, además de otras impurezas que este mineral contenga, tales como trazas de metales pesados (Ni, Cd, Ca, Hg, Ag, Zn, etc).

Es importante cuantificar las variaciones potenciales respecto a parámetros específicos en la columna de agua, ya que estas variaciones pueden tener cambios directos sobre la calidad del agua y las especies marinas.

E. Estrategia y calendarización del muestreo.

Para el muestreo de calidad del agua, será necesario establecer la base de monitoreo previo al dragado y luego durante el dragado, para confirmar las predicciones hechas. Por lo tanto se requerirán dos conjuntos de muestras en 1 año (un conjunto previo al comienzo del dragado y un sistema después de 10 semanas de dragado). Se prevé que las muestras cercanas a la superficie darán una buena indicación de la calidad en la columna de agua, ya que el penacho dinámico gradualmente desciende al fondo del mar y el sedimento asociado estará sujeto a una dilución considerable mientras desciende. Ante la presencia de sensibles complejos *Gorgonia-esponja-holoturia* en las proximidades, se sugiere establecer diez posiciones de muestreo también junto a la cama en las cercanías de estos receptores sensibles. Se requerirá flexibilidad con respecto a la colocación de las muestras superficiales cerca del dragado como una actividad móvil.

La medición de los indicadores se realizará en estricto apego a las Normas Oficiales Mexicanas establecidas en la materia, particularmente aquéllas relacionadas con la determinación de metales pesados en sedimentos y moluscos.

F. Indicadores y métodos a utilizar en el monitoreo de calidad del agua.

Con el propósito de monitorear la calidad del agua marina, reportar su estado o condición ambiental y a la vez, vigilar el desempeño ambiental del proyecto, se seleccionaron como temas clave el agua y en su caso, el sedimento asociado. Los grupos de indicadores más relevantes identificados son los siguientes:

- A. Indicadores de calidad del agua: contenido de metales pesados, contenido bacteriológico en el agua y parámetros físico-químicos.
- B. Indicadores de calidad del sedimento: Contenido de contaminantes orgánicos y metales pesados en el sedimento.

Estos indicadores conjuntamente representan en la práctica de acciones de protección y prevención del desequilibrio ambiental marino que pudiera ocasionarse tanto por las fuentes actuales de contaminación, como por las potenciales derivadas de la implementación y operación del proyecto. Asimismo, permiten sustentar reportes sistemáticos del estado de salud del sistema.

Deben tomarse muestras de agua con un muestreador de roseta, equipado con botellas Niskin y un sensor CCD asociado. Después de la recolección, deben ser adecuadamente almacenadas, transportadas y posteriormente analizadas en un laboratorio acreditado.

Los resultados deben compararse con las normas establecidas de acuerdo a la legislación aplicable en la materia. Durante la interpretación de los resultados, se considerará la separación de las muestras cercanas a la superficie con respecto a su proximidad a los puntos de lanzamiento de sedimento de draga, el movimiento del penacho y su dilución, de acuerdo a la modelización hecha para el proyecto.

Salinidad y Variabilidad Termohalina.

La salinidad y la composición química varían de un mar a otro -lo que presenta cambios de densidad así como otros parámetros físicos y químicos. A continuación, se reporta la

composición química media aproximada de 1 litro de agua marina, lo cual puede tomarse como referencia:

Tabla VI.10. Composición química media de agua marina.

Componente	Cantidad	Unidades
Cloruro de sodio	24,0	gramos
Cloruro de magnesio	5,0	gramos
Sulfato neutro de sodio	4,0	gramos
Cloruro de calcio	1,1	gramos
Cloruro de potasio	0,7	gramos
Bicarbonato de sodio	0,2	gramos
Bromuro de sodio	0,096	gramos
Ácido bórico	0,026	gramos
Cloruro de estroncio	0,024	gramos
Fluoruro de sodio	0,003	gramos
Agua destilada	1	mililitros
(Salinidad aproximada 34.5% - pH 7.9-8.3)		

Cabe destacar que, durante la operación del proyecto, el producto obtenido es lavado para separar los granos de fosfato del agua marina. Este proceso se hará con agua dulce. Para tal fin, se tomará agua de mar del océano, transformando una porción en agua dulce. Una vez empleada en el lavado, esta agua se vuelve a mezclar a bordo con el agua salada y se retorna al mar como agua salada normal con un añadido en sal de 0,66%, superior al agua inicialmente tomada. Este proceso será monitoreado, tanto en la toma como en la descarga, para evidenciar que se mantienen los niveles.

Mediciones y equipo.

Mediante un equipo termosalinógrafo, cuyo instrumento incluye los sensores adecuados para la medida de presión, temperatura y conductividad, integrados en un intervalo de tiempo y transformables matemáticamente en profundidad, temperatura potencial, salinidad y densidad media en ese intervalo. No obstante, para tener una lectura de la salinidad, se instalarán medidores de conductividad y temperatura con transmisión de señal al puesto de control central de la planta, en número y posición adecuados.

VI.14. Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino.

La implementación y ejecución del Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino, es una estrategia o medida de mitigación para la atención del impacto ambiental definido como incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua. Para ello, se llevarán a cabo monitoreos continuos. Una vez ejecutada la remoción de las arenas fosfáticas, se determinará la densidad de sedimento re depositado en las áreas directamente afectadas, aunado a que se tiene contemplado la estimación de parámetros como el volumen del sedimento que fue recogido, la profundidad, superficie y densidad de re sedimentación, etc.

El proceso de dragado basado en un enfoque proactivo y reactivo, puede prevenir las consecuencias negativas no deseadas en torno a la turbidez que se genere en la columna de agua. Un enfoque proactivo incluye un exhaustivo conocimiento del entorno, preparación de diversos planes y procedimientos, estudios de modelización para indicar posibles repercusiones. Serán aplicadas medidas de mitigación en las operaciones de dragado cuando

el umbral de los valores de turbidez se sobrepase, lo cual se plantea más adelante. El enfoque reactivo incluye el continuo monitoreo de turbidez durante las actividades de dragado y la aplicación de acciones de mitigación, que permiten cambios en las operaciones de dragado cuando en el umbral se sobrepasan los valores.

Impactos atendidos

Derivado del análisis presentado en el Capítulo V de la presente MIA, los impactos más relevantes para el planteamiento del Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino, son los siguientes:

Tabla VI.11 Impactos ambientales atendidos

Impactos ambientales atendidos
Alteración en la productividad primaria
Incremento en la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua.
Alteración en la composición y transporte de sedimentos.
Alteración en la calidad del agua marina
Pérdida o afectación a individuos de especies de tortugas marinas
Pérdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna
Afectación a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilaginosos.

Con el desarrollo del presente programa y con las acciones propuestas que más adelante se mencionan, se atenderán los impactos del incremento en la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua y alteración en la calidad del agua marina, así como la alteración en la composición y transporte de sedimentos y por ende, la alteración en la productividad primaria. Los tres últimos impactos citados en la tabla anterior, podrán ser atendidos de manera simultánea con los siguientes programas: **Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa, Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos y Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino.**

Objetivos

Para la ejecución del Programa se han planteado los siguientes objetivos:

- Mediciones cuantitativas de valores de turbidez que estén por debajo de los umbrales.
- Monitoreo visual de la turbiedad del penacho fuera de la zona delimitada.
- Control de sedimentos suspendidos en la columna de agua mediante la aplicación de medidas de mitigación establecidas dentro de este programa.
- Disminución del área afectada por la pluma de sedimentos mediante la ejecución de acciones de mitigación establecidas dentro de este programa.

El cumplimiento de los objetivos antes señalados y conjuntamente, el discernir científicamente las tendencias ambientales del medio acuático (marino-costero) adyacente al sitio del proyecto, es una tarea de importancia tanto para los fines ecológicos como comerciales, ya que un ecosistema deteriorado reduce el interés por la actividad de pesca, por ejemplo. Para estos fines, la buena calidad del agua para actividades de pesca es un factor crítico. Es por esto que, en caso de autorizarse el proyecto, en el marco de este Programa será necesario utilizar indicadores ambientales seleccionados por los científicos y/o expertos responsables, tomando como línea base los estudios de caracterización elaborados en el marco de esta MIA (ver Anexo 4). La composición de sedimentos y fondo marino servirán

como parámetro de referencia, por lo que el proyecto ha llevado a cabo análisis granulométricos de sedimentos y del fondo marino.

Las estrategias a seguir para la ejecución del presente Programa son:

- ✓ *Control de sedimentos suspendidos en la columna de agua.*
- ✓ *Disminución del área afectada por la pluma de sedimentos.*

Posterior al proceso de dragado y durante el cribado a bordo del barco, la liberación de los sedimentos a la columna de agua y su re-depositación en el fondo marino generan el enterramiento de los organismos bentónicos, lo cual afecta su sobrevivencia y calidad de hábitat. Aunque la sensibilidad de los organismos a las concentraciones de las partículas suspendidas y al enterramiento varía por especie, y depende de la profundidad y duración del enterramiento, así como del tamaño de los sedimentos depositados, en general se ha encontrado que la fauna bentónica es más resiliente de lo que se pensaba (Anexo 8). Cuando el sedimento está compuesto principalmente por gravas arenosas y relativamente a poca profundidad, la fauna bentónica parece estar adaptada a los altos niveles de transporte de sedimento que ocurren naturalmente en la interface agua-sedimento, así como a eventos extremos de depositación de arenas que se movilizan durante las tormentas.

En el Programa de Protección y monitoreo de peces marinos e invertebrados bentónicos se expuso lo concerniente al enterramiento de los organismos

A. Zonas a analizar (Zona Marina).

Corresponde al área de afectación (pluma de dispersión), así como en la columna de agua, durante las actividades de dragado. En esta zona, el monitoreo es necesario no sólo por los posibles efectos del proyecto, en caso de que sea autorizado, sino también y con igual grado de importancia, para discernir en qué medida cada uno de los actores actualmente incide sobre esta zona marina; por ejemplo, la actividad pesquera que ejerce influencia de toda índole sobre el ambiente acuático.

Como parte de un programa de estudio integral que se ha llevado a cabo antes del dragado, se tendrán resultados que servirán como base o rastra previa, y anualmente, una vez que comience el dragado, se tomarán muestras de sedimento del lecho marino.

B. Puntos o Estaciones de muestreo.

Para cubrir el monitoreo de turbidez en la zona marina adyacente al proyecto (área de afectación o pluma de dispersión), así como el área puntual de afectación del proyecto (turbidez en la columna de agua), será necesario tomar como referencia los mismos puntos de muestreo que han sido considerados, en un total de 50 puntos de muestreo, de acuerdo al muestreo inicial realizado, ubicados de tal manera que permitan obtener información sobre las condiciones ambientales locales.

Una alternativa para determinar los puntos de muestreo, es considerar las Estaciones de Monitoreo establecidas por IMECOCAL, quienes han llevado a cabo estudios de investigación dentro de la zona del proyecto, con alrededor de 5 ó 6 estaciones dentro del área definida como el SAR.

C. Tiempos de muestreo

Durante el primer año de trabajo de medición, en el muestreo de sedimento en los fondos marinos se tomarán muestras antes de que comience el dragado y posteriormente, a 10 semanas de extracción (es decir, en dos ocasiones). Los muestreos se realizarán usando un dispositivo de agarre adecuado para estudios de sedimentos contaminantes. La toma de muestras se realizará entre 25 y 50 estaciones ubicadas cerca del sitio de dragado y en la huella predicha de deposición de sedimentos de la pluma de dispersión. Además del análisis de contaminantes de los sedimentos, se someterá a análisis granulométrico.

D. Técnica de Medición de Turbidez.

La turbidimetría y nefelometría son dos técnicas de medición de la concentración de partículas en suspensión. La elección entre uno de ambos métodos reside en la dispersión de luz. Si es extensa, es apropiado aplicar la turbidimetría; en cambio, si es mínima, es apropiada la nefelometría.

Los instrumentos actuales y comúnmente utilizados son los turbidímetros o nefelómetros, que emplean un método cuantitativo y deben cumplir los siguientes criterios en el diseño óptico:

- ✓ La longitud de onda de la radiación incidente debe ser de 860 nm. La fuente de luz puede ser lámpara de tungsteno; diodos (leds) o láser.
- ✓ El ancho de banda espectral debe ser menor o igual a 60 nm.
- ✓ La convergencia de la radiación incidente no debe exceder $\pm 1,5^\circ$ en turbidímetros de radiación difusa y u o $\pm 2,5^\circ$ en turbidímetros de radiación atenuada.
- ✓ El ángulo de medición entre la radiación incidente y la radiación difusa debe ser de $90^\circ \pm 2,5^\circ$ en turbidímetros de radiación difusa y u o $0^\circ \pm 2,5^\circ$ en turbidímetros de radiación atenuada.
- ✓ La distancia recorrida por la luz incidente y dispersada dentro del tubo de muestra, no debe exceder 10 cm.

Seguimiento de la Calidad del agua por sedimentos.

El procedimiento analítico y los estándares de calidad se han descrito en detalle dentro del Anexo 8, en un informe sobre la química del agua de mar y sedimento realizado por Calscience. Se propone que las mismas técnicas analíticas y el mismo laboratorio se utilicen para el monitoreo de efectos, porque esto garantiza la compatibilidad estricta con los resultados base reportados.

E. Parámetros a medir en el control de sedimentos.

Se llevarán a cabo monitoreos continuos; por ejemplo, una vez ejecutada la remoción de las arenas fosfáticas, se determinará la densidad del sedimento re depositado en las áreas directamente afectadas, además que durante dicha actividad se tiene contemplada la estimación de parámetros tales como el volumen del sedimento que fue recogido, la profundidad, superficie y densidad de re sedimentación, etc.

Como indicadores de calidad de sedimentos, las variables de monitoreo consideran los siguientes grupos de parámetros:

1. Parámetros fisicoquímicos: T, pH, humedad.
2. Parámetros biológicos de sedimentos: carbono orgánico total, demanda béntica, materia orgánica.
3. Parámetros de nutrientes en sedimentos: Fósforo total, ortofosfato (fósforo inorgánico disuelto, nitrógeno total, amonio, nitrito y amonio).
4. Otros compuestos en sedimentos: hidrocarburos y compuestos organoclorados.

F. Gestión

Un componente importante en la gestión es la entrega de resultados del monitoreo de los sedimentos, los cuales serán reportados a la autoridad ambiental, SEMARNAT. Es poco probable que la composición de los sedimentos del fondo marino esté sujeta a cambios a corto plazo. Se propone la siguiente frecuencia de monitoreo y reporte:

El muestreo se realizará anualmente en sitios seleccionados en el diseño de caja de la red para ser utilizado para el muestreo biológico.

Los sedimentos de cada sitio serán analizados para determinar composición de tamaño de partícula y el mismo espectro de componentes químicos, como se ha realizado para los estudios iniciales que son la línea de base o de referencia para la caracterización ambiental.

Los resultados que serán reportados a SEMARNAT, serán entregados con una posterioridad de 6 meses a la finalización del monitoreo. El informe contendrá todos los detalles del procedimiento de muestreo y métodos analíticos, incluidos los procedimientos adecuados de control de calidad.

G. Normatividad.

Existen diferentes normas vigentes, tanto internacionales como nacionales, dentro de los lineamientos para la determinación de turbidez en la calidad del agua. Podemos citar algunas de ellas:

ISO 7027. (1999). Water quality - Determination of turbidity.

DIN 38404-10. (1995). German standard methods for the examination of water, waste water and sludge.

ASTM D1889-00. Standard test method for turbidity of water.

Method 180.1 USEPA: Determination of turbidity by nephelometry.

NMX-AA-038-SCFI-2001: Análisis de agua - determinación de turbidez en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

NOM-127-SSA1-1994: Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.

De manera general, estas normas contemplan el método de medición, equipo, materiales de referencia para calibración, toma de muestras, almacenaje, expresión de resultados, etc.

H. Medidas de mitigación.

Algunas de las medidas que se pueden implementar con el fin de minimizar la turbidez en la columna de agua son:

- 1) Se alineará la ruta y dirección del barco con las corrientes marinas para que los sedimentos generados sean minimizados, evitando la concentración de arenas en un solo sitio.
- 2) Se mezclará el sedimento fino con materiales más gruesos antes de devolverlos al mar, para ayudar a minimizar la turbidez en la columna de agua.
- 3) Se optimizará la velocidad del barco, así como la posición de succión de la draga y la bomba de descarga adecuadas, para minimizar la pluma de dispersión.
- 4) Disminución de los volúmenes de agua utilizados durante la succión del sedimento. Para lograr este fin, se utilizan “water jets” localizados en la cabeza de dragado que ayudan a romper los sedimentos compactos durante el dragado del suelo y su succión. En la medida en que estén más disueltos los sedimentos en esta fase del proceso, menos agua se utilizará para su posterior cribado. Así, los desechos generados por esta técnica serán más densos cuando se liberen al mar y la cantidad de agua asociada a ellos también será menor, lo cual reducirá la pluma de dispersión.
- 5) Programación de las operaciones de dragado en ciertas áreas con respecto a mareas y corrientes.

En caso de que, durante el monitoreo, sean identificados impactos ambientales adversos, se implementarán medidas adicionales que se podrían considerar para gestionar el riesgo de impacto de sedimento suspendido o sedimentación. Éstos se repasan brevemente en el contexto de este informe.

- a) Gestión adaptativa – es el aprendizaje de seguimiento y mejora y dragado estratégico mientras continúan las operaciones de refinación. Un ejemplo puede ser que las operaciones de dragado estén restringidas para que las corrientes no transporten penachos de sedimentos a los hábitats potencialmente "sensibles" es decir, hacia el norte, a las zonas donde los organismos son potencialmente más sensibles al impacto de sedimentos que en otros hábitats. Además, las operaciones de dragado pueden reducirse o ser trasladadas (dentro del área de aplicación de dragado) para evitar el impacto sobre las especies con las etapas de la vida-historia crítica.

Para devolver al sistema el sedimento modificado, se utilizará una manguera o tubería cerca del fondo marino – esto reducirá nuevamente la "huella" de las operaciones.

VI.15. Medidas Adicionales

VI.15.1 Convenio Internacional MARPOL

El Convenio contiene varios anexos que, a su vez, incluyen reglas para cumplir con los objetivos planteados, que es prevenir la contaminación.

En concordancia a las medidas expuestas en este capítulo, y en atención a las obligaciones establecidas en el Convenio MARPOL, ya referido en el capítulo III, se han considerado para el proyecto las Guías emitidas por la Organización Marítima Internacional (IMO por sus siglas en inglés), con la finalidad de implementar buenas prácticas ambientales y ecotecnologías, y prevenir la contaminación del medio marino por la operación del proyecto, de las cuales, de manera resumida, se mencionan algunas de ellas (para mayor referencia consultar el Anexo 6 relacionado al Convenio MARPOL):

Tabla VI.12 Medidas de mitigación asociadas al Convenio MARPOL

Convenio MARPOL (síntesis)	Medida de mitigación asociada al Anexo del Convenio de MARPOL
<p>Anexo I Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.</p> <p>Regla 2 Las disposiciones del anexo se aplicarán a todos los buques</p> <p>Regla 9 Control de las descargas de hidrocarburos. Está prohibida toda descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas en el mar desde los buques</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de supervisión y gestión ambiental 2. Programa de atención a emergencias y contingencia ambientales 3. Programa de control y seguimiento de la calidad del agua del medio marino 4. Programa de manejo integral de residuos 5. Programa de Educación Ambiental

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

<p>Anexo II Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas (transportadas a granel)</p> <p>Regla 2. Las disposiciones de este anexo se aplicarán a todos los buques que transporten sustancias nocivas líquidas o a granel.</p> <p>Regla 5 Descargas de sustancias nocivas líquidas</p> <p>Regla 16 Plan de emergencia de a bordo contra la contaminación del mar por sustancias líquidas nocivas</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de supervisión y gestión ambiental 2. Programa de atención a emergencias y contingencias 3. Programa de control y seguimiento de la calidad del agua del medio marino 4. Programa de manejo integral de residuos 5. Programa de Educación ambiental
<p>Anexo IV Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques</p> <p>Regla 4 Expedición de certificados</p> <p>Regla 8 Descarga de aguas sucias. A reserva de las disposiciones de la Regla 9, <i>se prohíbe la descarga de aguas sucias en el mar a menos que se cumplan las siguientes condiciones [...]</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de supervisión y gestión ambiental 2. Programa de atención a emergencias y contingencias 3. Programa de control y seguimiento de la calidad del agua del medio marino 4. Programa de manejo integral de residuos Subprogramas: de manejo de residuos no peligrosos, de aguas residuales, y de residuos peligrosos 5. Programa de Educación ambiental
<p>Anexo V Reglas para prevenir la contaminación por basuras de los tanques</p> <p>Regla 3. Descargas de basura fuera de las zonas especiales</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de supervisión y gestión ambiental 2. Programa de atención a emergencias y contingencias 3. Programa de control y seguimiento de la

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

<p>Establece que se prohíbe echar al mar toda materia orgánica, la cabullería y redes de pesca de fibras sintéticas y las bolsas de plástico para la basura, y todas las demás basuras, incluidos productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, loza doméstica, tablas y forros de estiba, y materiales de embalaje.</p> <p>Regla 4 Prescripciones especiales para la eliminación de basuras.</p> <p>Establece que a reserva de lo dispuesto en el párrafo 2 de dicha regla se prohíbe echar al mar cualesquiera materias reguladas en ese anexo desde las plataformas, fijas o flotantes, dedicadas a la exploración, explotación, y consiguiente tratamiento, en instalaciones mar adentro, de los recursos minerales del fondo marino.</p> <p>Regla 9 Rótulos, planes de gestión de basuras y mantenimiento de registros de basuras</p>	<p>calidad del agua del medio marino</p> <p>4. Programa de manejo integral de residuos.</p> <p>Este programa establece el manejo de residuos, desde la identificación, separación, recolección y almacenamiento interno de dichos residuos, y también incluye el registro de generación de residuos, hasta el tratamiento de los mismos.</p> <p>5. Programa de Educación ambiental</p>
<p>Anexo VI Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques</p> <p>En términos generales establece el límite de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y</p>	<p>1. Programa de supervisión y gestión ambiental</p> <p>2. Programa de atención a emergencias y contingencias</p> <p>3. Programa de control de emisiones a la</p>

óxidos de azufre (SO _x) para buques, y prohíbe la emisión deliberada de sustancias agotadora de ozono, abre también la posibilidad de establecer áreas de control de emisiones con estándares estrictos para SO _x , NO _x , y material particulado, proveniente de buques y plataformas. Lo anterior conlleva a regular la prevención de la contaminación del aire por buques, plataformas fijas y flotantes.	atmósfera 4. Programa de Educación ambiental
---	--

El cumplimiento a lo expuesto se podrá verificar con la evaluación de conformidad que expide la Secretaría de Marina para la NOM-036-SCT4-2007, Administración de la seguridad operacional y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales, la cual tiene por objetivo proporcionar los lineamientos necesarios para elaborar el manual de administración de la seguridad, las instrucciones para las flotas, y los procedimientos de contingencia con que habrán de contar las empresas y sus embarcaciones para el buen funcionamiento de seguridad operacional, y de prevención de la contaminación, los cuales deben ser implementados en sus embarcaciones o artefactos navales.

VI.15.2. Compromisos sociales

Compensación a pescadores

Además de las medidas y programas de prevención y mitigación de impactos ambientales mencionados, el proyecto contempla la implementación de un acuerdo con las autoridades correspondientes y cooperativas de pescadores para que, con un sistema similar al de la Vaquita Marina en el Norte del Golfo de California, se les otorgue una compensación

económica por no pescar, adicional a los beneficios económicos directos e indirectos que el proyecto generará en la región.

Además, se dará preferencia a la contratación de pobladores locales para desempeñar tareas propias de la operación, así como las ambientales y de conservación descritas en este capítulo. De esta forma, se elaborarán en coordinación con las autoridades correspondientes, proyectos de fomento al empleo, como microempresas regionales. Asimismo, con la interacción de las autoridades estatales y municipales y con organizaciones comunitarias, interactuar en programas de seguridad, mejoramiento urbano, educación, cultura, deporte y recreación.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



INDICE

VII. PRÓNOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	4
VII.1 Situación actual.....	5
VII.2 Escenarios del proyecto	6
Descripción del proyecto	6
Impactos del proyecto.....	6
Medidas de mitigación	7
Escenarios	8
Organismos bentónicos	8
Fauna marina (ictiofauna).....	9
Fauna marina (mamíferos marinos y peces cartilaginosos)	9
Fauna marina (tortugas marinas)	10

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Ecosistemas marinos	185
Geomorfología y fondo marino.....	18511
Columna de agua	1861
Aire	1873
Socioeconómico (actividades productivas).....	1883
Socioeconómico (economía nacional)	1884
Comparación de los escenarios y conclusiones.....	1894

VII. PRÓNOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los pronósticos ambientales permiten tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del SAR, así como del polígono total del predio y del área aprovechable del proyecto. Tales pronósticos o escenarios ambientales permiten discernir si las medidas preventivas, de mitigación y/o de compensación son eficaces en la disminución y/o prevención de los impactos ambientales previstos, esto con el propósito de modificarlas o aprobarlas.

En la práctica no existe una sola forma de elaboración de escenarios, algunas son sencillas y otras más sofisticadas. La construcción de escenarios involucra un conjunto de procedimientos y herramientas cuya aplicación requiere de una determinada conceptualización y coherencia en procedimientos.

Es posible distinguir entre varios tipos de escenarios: *posibles*, *realizables* y *deseables*. El primero es referido a todo lo que puede ser imaginado; el segundo a todo lo que es posible considerando las restricciones; y el tercero, a lo que es posible, pero no necesariamente realizable en su totalidad. Desde la perspectiva de la naturaleza de sus probabilidades, los escenarios pueden ser tendenciales, referenciales y contrastados o normativos (Massiris, 2005).

El escenario tendencial, sea probable o no, corresponde a la extrapolación de tendencias respecto a los principales problemas territoriales; el escenario *referencial* corresponde al escenario más probable, independientemente de que este o no basado en tendencias, en tanto que el contrastado es la exploración de un tema voluntariamente extremo, la determinación a priori de una situación poco probable (Massiris, 2005).

A continuación se describen los criterios de identificación de los pronósticos ambientales:



Figura VII.1. Criterios para la identificación de los pronósticos ambientales.

Para la elaboración de los escenarios, se consideró en primera instancia la información base de los capítulos II, V y VI de la presente MIA-R.

VII.1 Situación actual

El SAR tiene un gran potencial económico desde varios puntos de vista; cuenta con recursos pesqueros diversos e importantes, su atractivo turístico es debido a los mamíferos marinos y a sus playas y cuenta con importantes yacimientos de fosfatos en su fondo.

Una de las actividades productivas del SAR es la pesquería y se reconoce la interacción de la pesca comercial de escama, tiburones y rayas con especies de interés para la conservación como ballenas, delfines, lobos y tortugas marinas.

Finalmente, es necesario recalcar que el SAR no se encuentra dentro de un área natural protegida.

Se puede encontrar mayor información acerca de la situación actual del SAR en el capítulo IV de esta MIA.

VII.2 Escenarios del proyecto

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en dragar el fondo marino para extraer arenas fosfáticas y obtener fósforo, dichas acciones serán realizadas en la Zona Económica Exclusiva de México, en la Bahía de Ulloa, ubicada en la costa occidental de Baja California Sur, entre Abreojos y Cabo San Lázaro, a una distancia del punto más cercano a la costa de 12 millas marinas (22,224 metros).

La superficie del proyecto estará dividida en 5 áreas de trabajo, las cuales se provecharan en un periodo de 50 años (vida útil del proyecto).

Se puede encontrar mayor información acerca de la descripción del proyecto en el capítulo II de esta MIA.

Impactos del proyecto

Acorde a lo establecido en el capítulo V de esta MIA, los componentes ambientales que pueden ser afectados por el proyecto son:

- Organismos bentónicos, en cuanto a su distribución y diversidad.
- Fauna marina (especies de ictiofauna, mamíferos marinos y peces cartilaginosos y tortugas marinas).
- Ecosistemas marinos, en cuanto a hábitat y productividad primaria.
- Geomorfología y fondo marino.
- Columna de agua.
- Aire.
- Socioeconómico (actividades productivas y economía nacional).

Medidas de mitigación

Conforme a lo estipulado en el capítulo VI de esta MIA se desarrollaron una serie de medidas de mitigación, las cuales están englobadas en un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental, el cual a su vez cuenta con los siguientes programas y subprogramas:

- 13. Programa de Supervisión y Gestión Ambiental**
- 14. Programa de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado**
- 15. Programa de Protección de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa**
- 16. Programa de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos**
- 17. Programa de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino**
- 18. Programa de Protección de Aves Marinas**
- 19. Programa de Manejo Integral de Residuos**
 - Subprograma de Manejo de Residuos no Peligrosos
 - Subprograma de Manejo de Aguas Residuales
 - Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos
- 20. Programa de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino**
- 21. Programa de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino**
- 22. Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera**
 - Subprograma de Control y Monitoreo de Emisiones a la Atmósfera
 - Subprograma de Eficiencia Energética
 - Subprograma de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos
- 23. Programa de Atención a Emergencias y Contingencias Ambientales**
 - Subprograma de Atención a Emergencias
 - Subprograma de Atención a Contingencias por Fenómenos Meteorológicos
- 24. Programa de Educación Ambiental**

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Escenarios

En este apartado se describen las afectaciones a las cuales pueden ser susceptibles los componentes ambientales en base a tres posibles escenarios:

- Escenario sin proyecto (situación actual).
- Proyecto sin medidas de mitigación.
- Proyecto con medidas de mitigación.

Los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación se encuentran descritas a detalle en los capítulos V y VI de esta MIA.

Organismos bentónicos

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
<p>En el SAR se han detectado varias especies de organismos bentónicos, entre los que podemos destacar gusanos nematodos y gusanos poliquetos pequeños.</p> <p>Es importante destacar que los taxones de la infauna bentónica presentes en el SAR se caracterizan por recolonizar rápidamente las áreas de lecho marino tras ser perturbadas por acciones antropogénicas o naturales.</p>	<p>Las fases de operación y mantenimiento de la draga, así como de operación y mantenimiento de la barcaza afectaran la distribución de organismos bentónicos y alterarán la diversidad de dichos organismos en zonas específicas del área de trabajo y no en toda el área a la vez.</p>	<p>El programa de dragado contempla áreas de respeto (áreas que no serán dragadas y servirán para la recolonización de organismos bentónicos). De igual forma la implementación de los Programas de Restauración del Fondo Marino y de Protección y de Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos permitirán la recuperación de la diversidad y distribución de los organismos, afectados por las actividades de dragado, a un nivel equivalente a antes de ser iniciado el proyecto.</p> <p>Finalmente, es necesario mencionar que el proyecto tiene una duración de 50 años y que en</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

		ese lapso de tiempo no se afectará toda el área del proyecto de la misma forma, lo cual abrirá una ventana para la paulatina recuperación de los organismos antes de que finalice el proyecto.
--	--	--

Fauna marina (ictiofauna)

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
<p>En la zona costera aledaña al Golfo de Ulloa se registraron 72 especies de peces cartilaginosos y 372 de peces óseos. Se detectaron 23 especies de tiburones, 7 de rayas y 6 de peces óseos con algún grado de amenaza.</p> <p>En la zona existe actividad pesquera de especies de interés comercial, tales como escama, tiburón cazón, entre otros.</p>	<p>Las fases de operación y mantenimiento de la draga y de la barcaza pueden generar la pérdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna.</p> <p>Sin embargo, es necesario mencionar que la mayoría de las especies de tiburones son de hábitos oceánicos y no es común que se aproximen a la costa, mientras que los peces óseos que están en peligro habitan en zonas arrecifales, por lo que la probabilidad de que sean afectados directamente por la obra es mínima.</p>	<p>Los programas que se encargarán de darle seguimiento a las actividades que tienen la posibilidad de afectar la calidad del agua marina, así como el de Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos, entre otros, se encargarán de asegurar que las actividades del proyecto no afecten en forma desmedida la zona en que funcionará la draga y la balsa y mucho menos en zonas alejadas al funcionamiento de embarcaciones y maquinaria.</p> <p>Las medidas adoptadas tienen por objetivo la protección de la ictiofauna.</p>

Fauna marina (mamíferos marinos y peces cartilaginosos)

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
<p>En el Golfo de Ulloa se han identificado ejemplares de 35 especies de mamíferos marinos. Algunas especies son estacionales (los</p>	<p>El ruido, así como la dispersión de arenas del fondo marino en las fases de operación y mantenimiento de la draga</p>	<p>La puesta en marcha del programa Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino, así como de otros programas, evitará que las</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

<p>grandes cetáceos llegan a finales de otoño y en invierno), mientras que otras son permanentes (delfines y lobos marinos).</p> <p>En el caso de los peces cartilaginosos se tienen 72 especies.</p> <p>En la zona existe actividad pesquera de especies de interés comercial, tales como escama, tiburón cazón, entre otros.</p>	<p>y de la barcaza pueden afectar a individuos de especies de mamíferos marinos y peces cartilaginosos.</p>	<p>actividades propias de dragado (dispersión de sedimentos, generación de ruidos, entre otras) perturben en forma desmedida o inaceptable a ballenas, otros mamíferos marinos y peces cartilaginosos.</p> <p>Cabe mencionar que la empresa ha decidido, de forma voluntaria, la suspensión de las operaciones de dragado durante el periodo del año en el que las ballenas migran en las áreas cercanas al sitio del proyecto.</p>
--	---	---

Fauna marina (tortugas marinas)

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
<p>En el SAR se encuentran registradas las especies de tortugas marinas: Caguama (<i>Caretta caretta</i>), Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>) y Verde o del Pacífico, las cuales se encuentran en peligro de extinción acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Adicionalmente, se tienen planes de instaurar proyectos de pesca sustentable, por parte de asociaciones pesqueras y de organizaciones no gubernamentales para promover el cuidado de las</p>	<p>Las fases de operación y mantenimiento de la draga y de la barcaza pueden generar una pérdida o afectación a individuos de especies de tortugas marinas.</p>	<p>La selección minuciosa del equipo de dragado menos perjudicial para la zona, así como el uso de equipos deflectores de tortugas y la implementación del programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa son las principales acciones encaminadas a proteger a dichos especímenes.</p> <p>Otros programas como el de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino y el de Manejo Integral de Residuos unirán esfuerzos, con lo que se evitará que las actividades del proyecto</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

<p>tortugas marinas.</p>		<p>afecten de manera adversa a dichos especímenes y en especial a los sitios en que ellas se alimentan.</p> <p>Por otra parte el observador a bordo alertará en caso de avistamiento de organismos marinos.</p> <p>Cabe mencionar que el proyecto no afectará de forma alguna los sitios de anidación de las tortugas.</p>
--------------------------	--	--

Ecosistemas marinos

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
<p>El SAR es un espacio alterado, principalmente, por actividades pesqueras propias de la región y, periódicamente, por fenómenos naturales particulares de las zonas marinas (tormentas y huracanes).</p> <p>Se considera al SAR como un medio dinámico que cuenta con una gran capacidad de resiliencia.</p>	<p>Las fases de operación y mantenimiento de la draga y de la barcaza pueden generar una pérdida o afectación del hábitat, así como alteración en la productividad primaria.</p>	<p>La implementación de los programas de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino, de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado, entre otros, tienen como objetivo evitar la pérdida o afectación desmedida de hábitats, así como evitar la alteración en la productividad primaria.</p> <p>El principal hábitat afectado será el suelo marino, el cual funciona como hogar de organismos bentónicos. Sin embargo, la afectación será temporal y el ecosistema será restaurado.</p>

Geomorfología y fondo marino

Escenario sin	Proyecto sin medidas de	Proyecto con medidas de mitigación
----------------------	--------------------------------	---

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

proyecto	mitigación	
<p>El SAR se encuentra en una plataforma suave sin cambios abruptos y bajo gradiente batimétrico.</p> <p>En el fondo marino predominan arenas finas.</p>	<p>Se generaran cambios en la topografía del fondo marino, así como alteración en la composición y transporte de sedimentos, los cuales son resultados propios de las actividades de dragado en el suelo marino.</p>	<p>Los programas de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino, de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino y el de Restauración del Fondo Marino posterior al dragado han sido ideados para afrontar los cambios en la topografía del fondo marino así como la alteración en la composición y transporte de sedimentos.</p> <p>La aplicación de las actividades incluidas en los programas antes mencionados permitirá la recuperación de la morfología del fondo marino después de las actividades de dragado, y el seguimiento de la recuperación, así como también evitará el transporte de sedimentos fuera de los límites previstos dentro de los estudios realizados para esta MIA-R.</p>

Columna de agua

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
<p>La columna de agua tiene un pH de 7.61 y una concentración de oxígeno disuelto de 9.98 mg/L. Cuenta con una temperatura superficial de 22-24°C (de agosto a noviembre), una concentración de SST menor a 1.0 mg/L y una</p>	<p>Se generará alteración en la calidad de agua marina, incremento de turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua, así como contaminación submarina por ruido.</p>	<p>En el caso de la alteración de la calidad de agua marina se pretende implementar los programas de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino, el de Manejo Integral de Residuos y el de Educación</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

<p>turbidez de 1.0 UNPh-Volt.</p> <p>También, en la columna de agua se pueden encontrar nutrientes, tales como amonio (0.036-0.051 mg/L), nitratos (0.062-0.16 mg/L), Fósforo total (0.037-0.069 mg/L), entre otros.</p> <p>De igual forma, se han medido pequeñas concentraciones de metales pesados.</p> <p>Finalmente, la hidrodinámica de la columna de agua es de 0.03 – 0,02 m/s dirección este y 0.08 – 0,12 m/s dirección norte.</p>	<p>Ambiental.</p> <p>Para afrontar el impacto del incremento de la turbidez también se usaran los programas de Control y Seguimiento de Sedimentos de la Pluma en el Ambiente Marino y de Manejo Integral de Residuos.</p> <p>De igual forma el impacto de la contaminación submarina por ruido será atendido por el programa de Protección de la Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino.</p> <p>Como se puede observar, la interacción de los programas antes mencionados, así como su aplicación individual se encargarán del monitorear y actuaran en consecuencia de los impactos ambientales previstos, lo cual asegurará la menor afectación posible por las acciones del proyecto.</p>
--	---

Aire

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
El SAR es un espacio alterado, principalmente, por actividades pesqueras propias de la región, para las cuales, en ocasiones, son usadas lanchas con motores que usan	Se alterará de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de partículas suspendidas y gases de combustión, provenientes de la operación y mantenimiento de la	El programa de Control de Emisiones a la Atmósfera está basado en convenios internacionales. De igual forma, cuenta con subprogramas que garantizarán que la calidad del aire no se vea afectada de forma desmedida o fuera de límites máximos permisibles en el

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

combustibles fósiles.	draga y la barcaza.	desarrollo del proyecto y se le dará prioridad a la eficiencia energética de los equipos electromecánicos que serán utilizados.
-----------------------	---------------------	---

Socioeconómico (actividades productivas)

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
La principal actividad economía de la zona es la pesca de especies de interés comercial. Adicionalmente, se tienen planes de instaurar proyectos de pesca sustentable para promover el cuidado de las tortugas marinas.	Se considera una posible afectación a la actividad pesquera, ya que la realización del proyecto podría ahuyentar a especies de interés comercial.	La implementación de los programas de Protección Tortugas Marinas en la Bahía de Ulloa, Protección y Monitoreo de Peces Marinos e Invertebrados Bentónicos de Protección de Fauna Marina y Monitoreo Acústico en el Medio Marino, de Control y Seguimiento de la Calidad del Agua del Medio Marino y de Protección de Aves Marinas asegurará la continuidad de las actividades pesqueras de la zona.

Socioeconómico (economía nacional)

Escenario sin proyecto	Proyecto sin medidas de mitigación	Proyecto con medidas de mitigación
La principal actividad economía de la zona es la pesca. Adicionalmente se tienen planes de instaurar proyectos de pesca sustentable para promover el cuidado de las tortugas marinas.	Beneficios a la economía regional mediante la creación de empleos directos e indirectos.	La implementación del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental, así como sus diversos programas y subprogramas, asegurará que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo con los más altos estándares de cuidado y protección al ambiente, con afectaciones mínimas a la biota del lugar en el que se llevarán las

		<p>actividades de dragado.</p> <p>Como consecuencia se podrá obtener fosforó (insumo estratégico, acorde al Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018), generar nuevos empleos, continuar con actividades de pesca y proteger al SAR de impactos irreversibles.</p>
--	--	--

Comparación de los escenarios y conclusiones

El escenario **menos deseable** es sin lugar a duda **“Proyecto sin medidas de mitigación”**, ya que de volverse una realidad, este afectará de manera adversa diversos componentes ambientales, entre los que podemos mencionar: la modificación de la calidad de la columna de agua por la dispersión de sedimentos, así como la afectación a la infauna bentónica, mamíferos marinos, peces cartilaginosos, tortugas marinas y las actividades de pesca, que son la principal actividad económica de la región.

Por otra parte, al llevarse a cabo el proyecto, el escenario **más deseable** es **“Proyecto con medidas de mitigación”**, ya que a pesar de existir la posibilidad de impactos adversos a lo largo de las etapas de operación y mantenimiento, estos serán temporales y/o mínimos siempre y cuando se lleven a cabo las medidas de mitigación, descritas en el capítulo VI de esta MIA.

Entre las actividades del SAR que se seguirán realizando, con poca o ninguna afectación, en conjunto con el proyecto (con medidas de mitigación) podemos mencionar las pesca de especies de interés comercial. Por otra parte, las migraciones de especies grandes de mamíferos marinos tendrán continuidad en el ecosistema marino.

La afectación a los organismos bentónicos será restaurada paulatinamente conforme el proyecto avance.

Finalmente, se presentan de forma gráfica los diversos escenarios del proyecto.

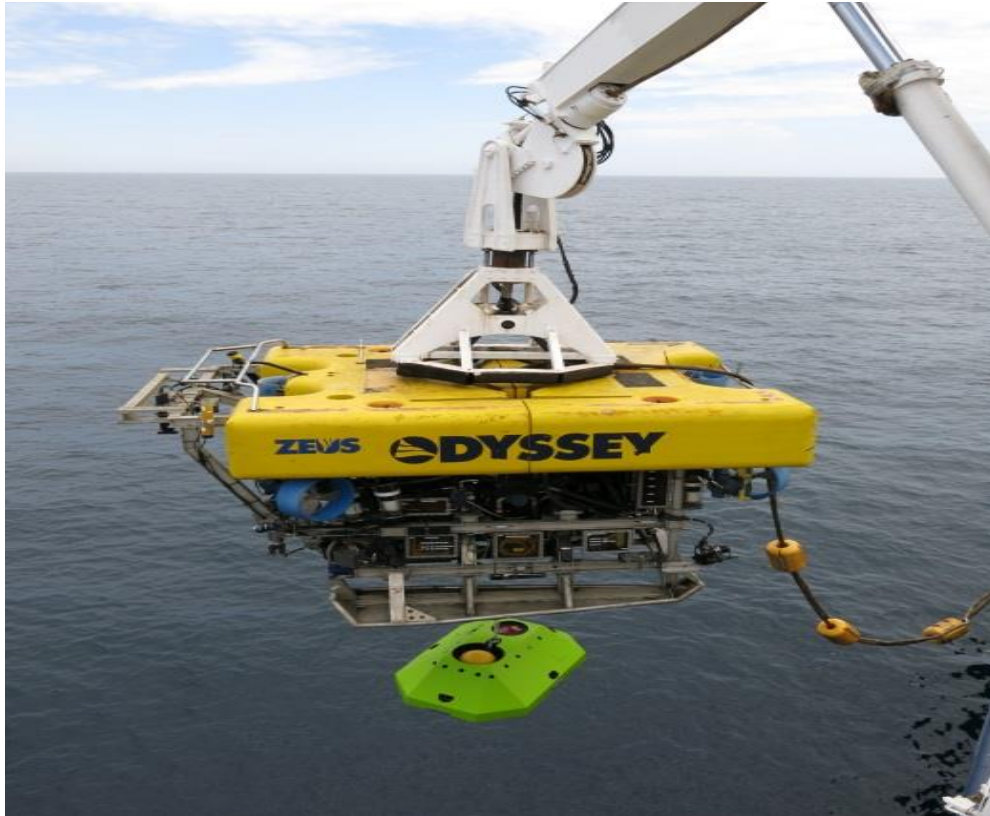


Figura VII.2. Magnitud de los impactos ambientales adversos de cada uno de los escenarios.

CAPÍTULO VIII

*IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE*

*SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL*



VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	193
VIII.1 Caracterización Ambiental.....	193
VIII.1.1 Metodología para la caracterización del Sistema Ambiental Regional.....	193
VIII.1.2 Metodologías para los elementos bióticos en el área del SAR.....	195
VIII.1.3 Zona marina	6
VIII. 1.3.1. Muestreos.....	6
VIII.2. Identificación y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos del Sistema Ambiental Regional.....	20
VIII.2.1 Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos.....	20
VIII.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.....	213
VIII.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno	213
VIII.2.3.1. Los sistemas de información geográfica (SIG)	215
VIII.2.3.2. Grafos o redes de interacción causa-efecto	215
VIII.2.3.3. Lineamientos Internacionales.....	216
VIII.2.3.4. Matrices de interacción.....	216
VIII.2.3.5. Juicio de expertos	217
VIII.2.4. Cribado y denominación de las interacciones o impactos	217
VIII.2.5 Valoración de impactos	219
VIII.2.6. Caracterización de impactos: índice de incidencia	220
VIII.3. Mantenimiento	1
VIII.4. Fotografías.....	2
VIII.5. Anexos.....	40
VIII.6. Glosario.....	75
VIII.7. Bibliografía.....	77

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En este apartado, se presentan los procesos metodológicos que se llevaron a cabo como apoyo para la delimitación del SAR, al trabajo en campo y gabinete para la caracterización ambiental, así mismo se integra la metodología utilizada para la estimación de los impactos ambientales acumulativos y residuales del SAR; por último se listarán los anexos para facilitar su identificación.

VIII.1 Caracterización Ambiental

VIII.1.1 Metodología para la caracterización del Sistema Ambiental Regional

Debido a que el proyecto se localiza en un ambiente marino, el cual se caracteriza por un funcionamiento y dinámica complejos por la naturaleza misma de sus componentes, se define la relevancia de considerar un contexto suprarregional. Este primer nivel jerárquico corresponde a la Península de Baja California y se considera como el más alto de organización funcional, a partir del cual es posible identificar los procesos que determinan la interacción atmósfera-océano en esta región. En este nivel, se hace énfasis en la temporalidad, intensidad y comportamiento espacial de la variabilidad climática así como de las corrientes que caracterizan a la Península de Baja California.

Una vez que se han determinado la naturaleza e influencia de los principales procesos que definen el funcionamiento y configuración general del primer nivel jerárquico, se define un segundo nivel jerárquico que corresponde al Sistema Ambiental Regional.

Este segundo nivel jerárquico se define a partir de la naturaleza y características del mismo proyecto, así como del emplazamiento del proyecto en el medio marino. En este nivel de organización funcional se selecciona y analiza la información ambiental específica sobre el conjunto de componentes y tipos e intensidad de procesos que configuran la estructura y dinámica del SAR. A este nivel, es posible delimitar espacial y temporalmente la organización y arreglo de los componentes ambientales a través de la identificación de patrones únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores; es

decir, la diferenciación de áreas homogéneas a partir de las cuales es posible determinar las posibles interacciones del proyecto en sus diferentes fases y sus componentes.

Este nivel posibilita el cambio de escalas de menor a mayor detalle, permitiendo apreciar el papel que juega cada uno de los componentes tanto ambientales como antrópicos en un lugar y tiempo determinados; es decir, facilita la identificación de los diferentes niveles de manifestación espacio-temporal y los arreglos en los que se presentan los diferentes componentes ambientales. De esta manera, es posible reconocer aquéllos de carácter crítico en términos de la integridad funcional del ecosistema, así como para el tipo de proyecto que se pretende desarrollar.

El último nivel jerárquico se refiere a la escala más detallada de análisis, esto es a nivel del área de proyecto, en el cual se pone un mayor énfasis en los componentes críticos del SAR en relación a la naturaleza y características del proyecto mismo.

De esta manera, a partir del establecimiento de niveles de organización es posible identificar la estructura y organización de los ecosistemas y los procesos que configuran el Sistema Ambiental Regional, los cuales, a su vez, se manifiestan de diferentes maneras en cada uno de los niveles permitiendo la articulación del Área de Referencia, del Sistema Ambiental Regional y del área de proyecto.

Dentro del esquema ambiental se identifican dos marcos de análisis, el medio abiótico y el biótico.

Para llevar a cabo la caracterización ambiental del SAR, se consideró primero el funcionamiento abiótico que se define a partir de la interacción atmósfera-océano.

A partir de este primer análisis, se identifican los procesos interface que a su vez establecen las condiciones para el funcionamiento biótico.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

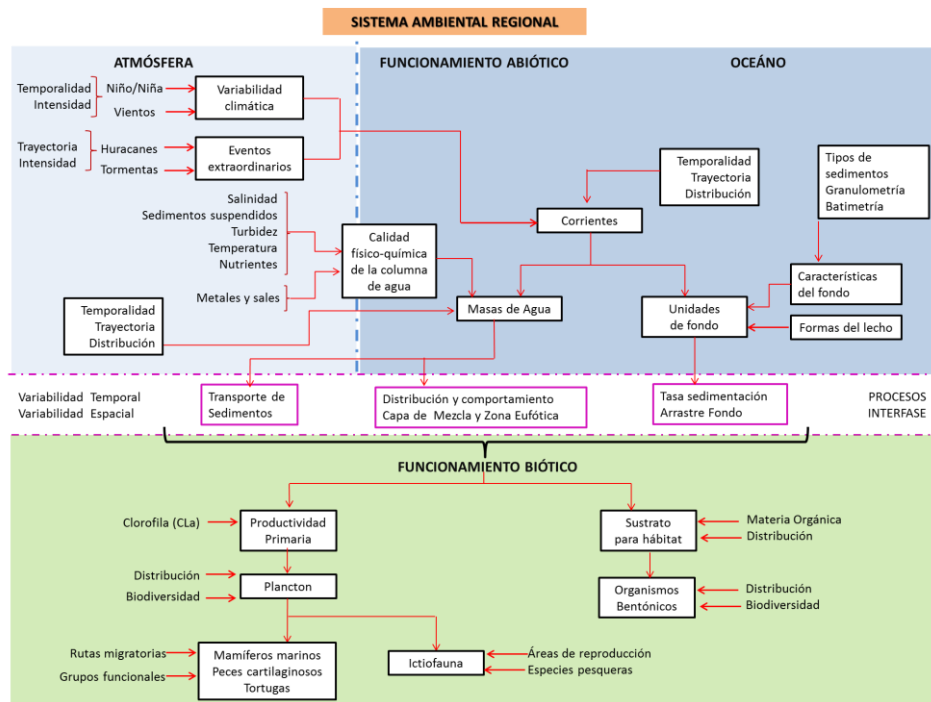


Figura VIII. 1: Sistema Ambiental regional.

VIII.1.2 Metodologías para los elementos bióticos en el área del SAR

Es importante destacar que la información recabada se completó con datos obtenidos de dos campañas oceanográficas en las cuales se registraron datos ambientales y mediante el uso de cámaras montadas en un Vehículo de Operación Remota (ROV por sus siglas en inglés), se registraron los organismos que habitan la región; por otro lado, durante las campañas se realizaron observaciones para determinar el número y tipo de mamíferos marinos, tortugas y aves en la zona del proyecto.

VIII.1.3 Zona marina

VIII. 1.3.1. Muestras

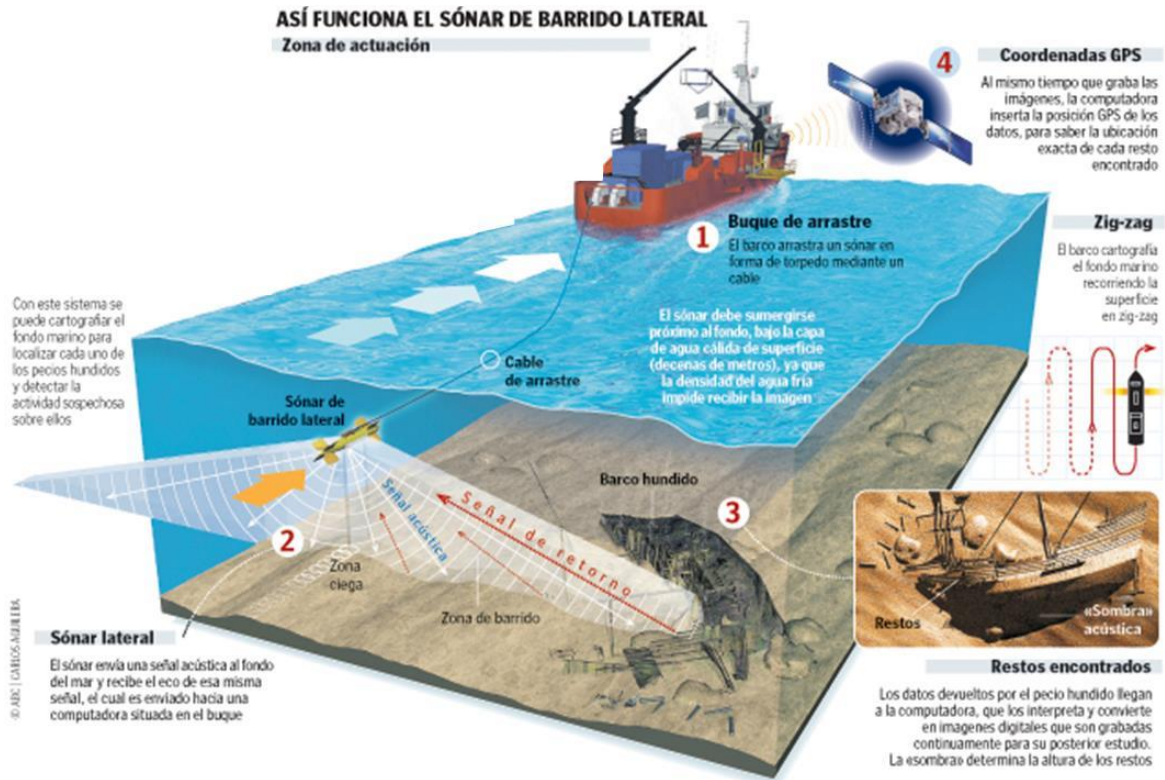


Figura VIII. 2: Imagen que muestra, a modo de ejemplo, el sonar de barrido lateral empleado para la caracterización planctónica y bentónica.

Para la caracterización biótica, se consideraron las directrices que se llevan a cabo para las evaluaciones ecológicas bentónicas de extracción de áridos marinos en aguas costeras británicas, propuestas por el Departamento de Transporte y el Gobierno Local Británico (DTLR); dentro de las directrices, se indica llevar a cabo de manera inicial un estudio prospectivo que permita realizar una caracterización bentónica, caracterizando los hábitats del fondo marino y de sus comunidades faunísticas asociadas.

- Metodología en Taxonomía en fitoplancton y zooplancton

Se obtuvieron imágenes mensuales de satélite de SeaWiFS (Sea Viewing Wide Field of View Sensor) del 2000 al 2013, las cuales se procesaron mediante algoritmos desarrollados en

MATLAB, obteniendo los promedios representativos de las dos épocas climáticas características de la región: la temporada cálida que va de verano a otoño (cuando hay una intrusión de la corriente norecuatorial), y la temporada fría que ocurre de invierno a primavera (cuando la Corriente California se extiende lo más al sur y cubre la zona de la Bahía de Ulloa).

Se registró la fluorescencia activa con sensor TurboWET instalado en un CTD SEABIRD 19 Plus. Los perfiles se obtuvieron hasta los 250 m de profundidad; los datos de fluorescencia fueron transformados a clorofila-a y productividad primaria mediante la fórmula propuesta por Antal et al. (2001). Por otro lado, se colectaron muestras de agua cada 10 m de profundidad para la identificación taxonómica de los organismos. Las muestras se tomaron con botellas Niskin de 5 l que estaban montadas en un carrusel General Oceanic; se filtraron al vacío con filtros GF/F de 25 mm de diámetro con un poro de 0.7 μm ; se congelaron en nitrógeno líquido para su posterior manipulación en el laboratorio. En el laboratorio, se procedió a hacer la identificación y el conteo de los organismos capturados.

Los organismos del zooplancton se capturaron usando una red MOCNESS; se fijaron en formaldehído al 4% y después de 24 h, se trasvasaron a alcohol para conservarlos. En el laboratorio se procedió a hacer la identificación y el conteo de los organismos capturados.

En todos los casos, la identificación y conteo de organismos se efectuó a partir de la captura con redes, apoyándose en videgrabaciones para cubrir un área mayor y tener una mejor representatividad de las poblaciones presentes.

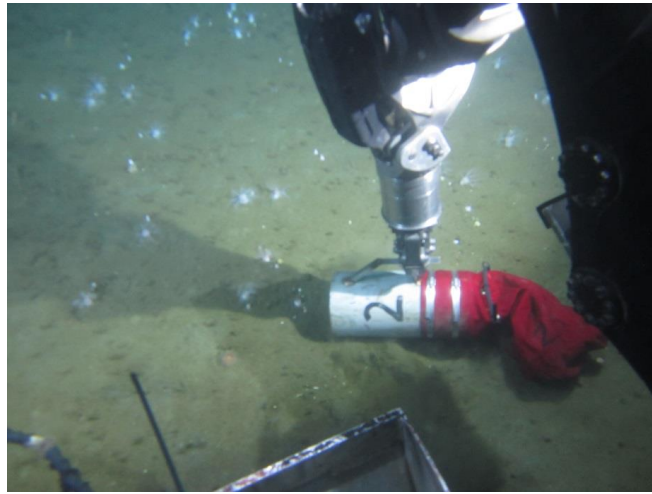


Figura VIII. 3: Obtención de muestras de holotúridos para su identificación.

El análisis de fitoplancton y zooplancton se realizó por el método de examen microscopio invertido Utermöhl (1931, 1958). Después de cada muestra se mezcló cuidadosamente por agitación; una alícuota conocida de 600 ml se concentró mediante sedimentación y decantación en una cámara de sedimentación de plancton estandarizada con una zona de sedimentación conocida de 387,1 mm². Después de 24 horas de solución (o al menos 4 horas por centímetro considerando la altura de solución en la cámara), la cámara se colocó en una Leica DM IRB microscopio invertido (ampliación de 1500 X), y al menos 300 células fueron enumeradas por cada muestra, cuando ello fue posible. Los recuentos de células se hicieron en 1000 X magnificación contando todos los organismos a lo largo de transectos de la cámara. Cabe mencionar que las células vacías o frústulas de diatomeas no se incluyeron en los recuentos; sin embargo, fueron tabuladas por separado. Los taxones identificados se registraron en hojas de banco estandarizadas, y posteriormente fueron convertidos en el número de células por litro para cada taxón en la muestra, usando la ecuación de conversión siguiente:

$C A_c$

$\text{Células} / L = N_t A_t V_a$

Donde C = Número de células contadas

A_c = Área del fondo de la cámara (387.1 mm²)

N_t = Número de transectos contados

A_t = Área de un transecto (4,71 mm²) en 1000 X magnificación

V_a = Volumen de la alícuota (ml) instalado

Todos los organismos fueron identificados a nivel de especies, lo cual fue posible con el apoyo de referencias taxonómicas estándar.

Se adjuntan tablas con los resultados del fitoplancton, zooplancton y resultados de las identificaciones taxonómicas (**Anexo 1**).

- Metodología en los Análisis Toxicológicos

Se realizaron pruebas de toxicidad en especies marinas seleccionadas: los gusanos poliquetos *Neanthes arenaceodentata* y el anfípodo *Leptocheirus plumulosus* para evaluar el impacto de los sedimentos dragados en esos organismos. Todas las pruebas de toxicidad de sedimentos se realizaron como pruebas de estática, no renovación con diez días de exposición a los sedimentos y el agua suprayacente. Antes de iniciar las pruebas de toxicidad, los sedimentos y el agua suprayacente se añadieron a las cámaras de ensayo y a los sedimentos en suspensión se les permitió asentarse. La adición de los organismos de prueba a las cámaras de exposición marcó el inicio de las pruebas de toxicidad.

Los ensayos utilizaron vasos 1-L como las cámaras de exposición, con cada vaso de precipitados que contiene 200 ml de sedimento y 700 ml de agua suprayacente. Había cinco cámaras replicadas para cada muestra de sedimento y de control. Aireación suave (100 burbujas / min) fue proporcionada a cada cámara de prueba a lo largo de la duración del ensayo. Organismos de ensayo fueron asignados al azar a las cámaras de ensayo.

En el **Anexo 2** se adjuntan los resultados de las pruebas de toxicidad.

- Metodología en Columna de Agua

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El diseño experimental, o de muestreo, se basó en el registro de datos mediante equipos de observación de alta velocidad con tecnología de punta. Para la obtención de datos de temperatura del agua, salinidad, densidad, oxígeno, fluorescencia y pH, se usó un CTD SEABIRD 19, el cual permite obtener hasta 20 datos por segundo, lo que nos permitió establecer parámetros tales como profundidad de la termoclina, piconclina, oxiclina, etc. De manera paralela, se usaron perfiladores acústicos basados en el principio Doppler de 600 kHz de la compañía RDI, los cuales registraron las corrientes en capas de 1 m, hasta la superficie. Esta información se usó para calibrar los modelos que se aplicaron para completar la descripción del sistema y predecir la evolución de éste bajo diferentes condiciones. Es importante mencionar que durante cada campaña se registraron de forma continua variables como la profundidad usando una ecosonda monohaz y una ecosonda con múltiples transductores conocidas como multibeam. Esta ecosonda permite obtener una descripción tridimensional del fondo con muy alta resolución. Las estaciones de muestreo fijas se presentan en la **Figura VIII.4**.

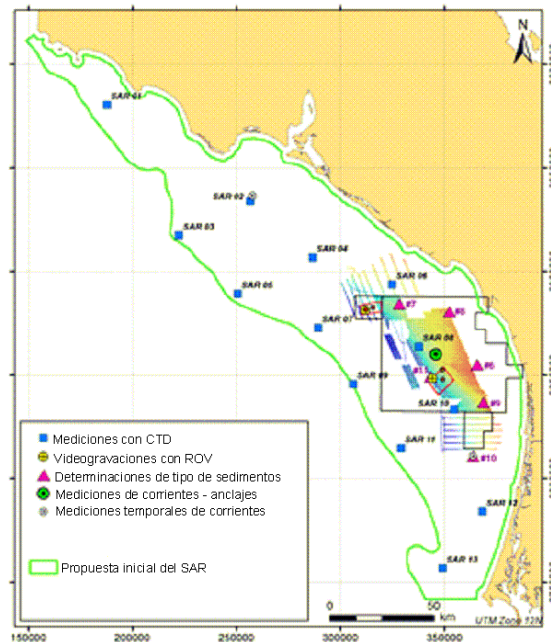


Figura VIII. 4:Estaciones de muestreo efectuadas durante las campañas oceanográficas.

Cabe mencionar que se tuvo acceso a un sistema autónomo de observación o minisubmarino no tripulado (Figura VIII.5). Estas plataformas de observación son comúnmente llamados ROV, y están provistas de equipos similares a los antes mencionados. Este equipo se usó principalmente para videograbar y fotografiar los organismos que se encuentran en el fondo marino y evitar así el extraerlos y alterar el medio. Por otro lado, las videograbaciones aportaron información sobre el tipo de estructura sedimentaria del fondo marino, lo que ayudó considerablemente para establecer los biotopos y delimitar el Sistema Ambiental Regional (ver Anexo 15).

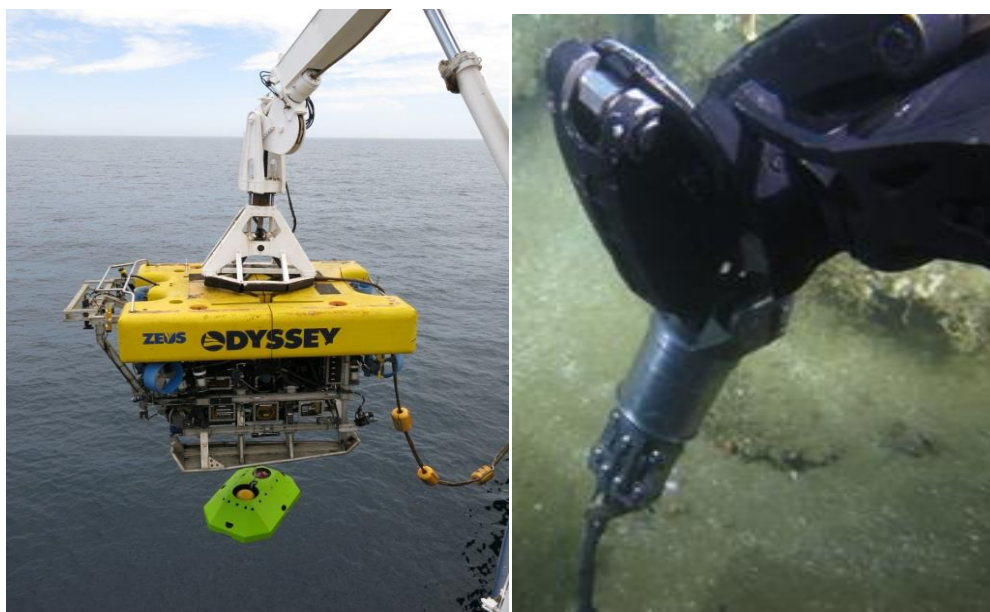


Figura VIII. 5: Panel izquierdo: Proceso de inmersión del ROV. Nótese en la parte inferior uno de los perfiladores de acústicos de corrientes o ADCP en su estructura de protección, que se colocaron para medición de corrientes a diferentes profundidades. Panel derecho: imagen obtenida con las cámaras del ROV e identificación del tipo del fondo marino. Las variaciones en la profundidad que se observan en la imagen del panel derecho son de una altura máxima de 10 cm. Esta metodología permite corroborar cambios milimétricos en la forma del fondo.

- Técnicas de muestreo del fondo marino

La inclusión de datos de ETOPO, de la NOAA, de ENCAR y de las mediciones realizadas durante las campañas oceanográficas, da como resultados, para la batimetría de la bahía, una mejor

definición (Figura VIII.6), pero grandes diferencias con respecto a la batimetría que se tenía inicialmente. Debido a las necesidades del proyecto, se efectuaron una serie de mediciones de profundidad usando ecosondas convencionales y multibeam. Estas últimas tienen la capacidad de mostrar, en forma tridimensional, la forma del fondo con una muy alta resolución. Por otro lado, se realizaron videograbaciones del fondo marino con un ROV para cotejar algunos de los cambios más significativos en la forma del fondo, y para ver la asociación de los abruptos cambios batimétricos en el ecosistema (Figura VIII.7). Esta parte será tratada más adelante.

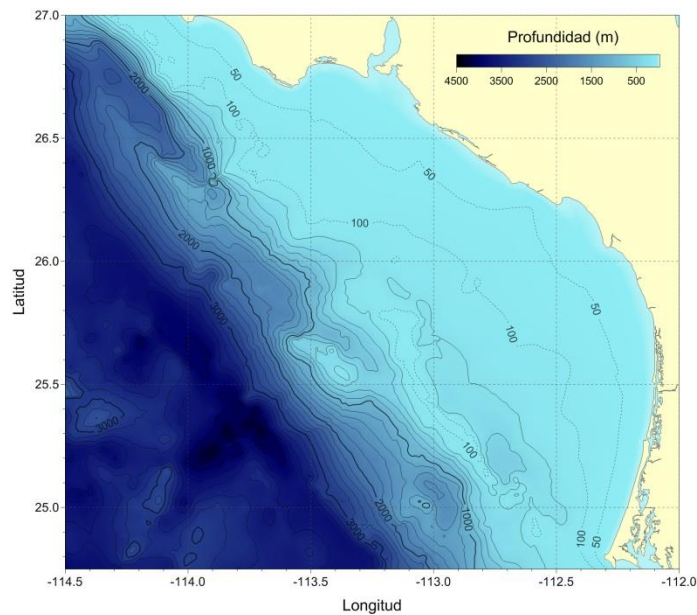


Figura VIII. 6. Batimetría de la Bahía de Ulloa, baja resolución.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

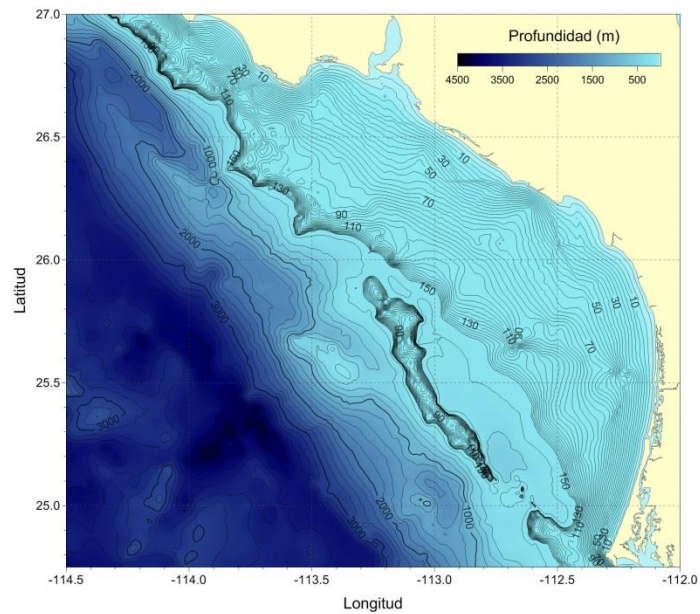


Figura VIII. 7. Batimetría de la Bahía de Ulloa, alta resolución.

La estructura sedimentaria del fondo marino se obtuvo mediante la toma de muestras con el ROV (Figura VIII.8), de núcleos (Figuras VIII.9 y VIII.11) y mediante trampas de sedimentos (Figura VIII.10) que permitieron determinar las tasas de sedimentación.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura VIII. 8: Obtención de muestras de sedimentos mediante el ROV.

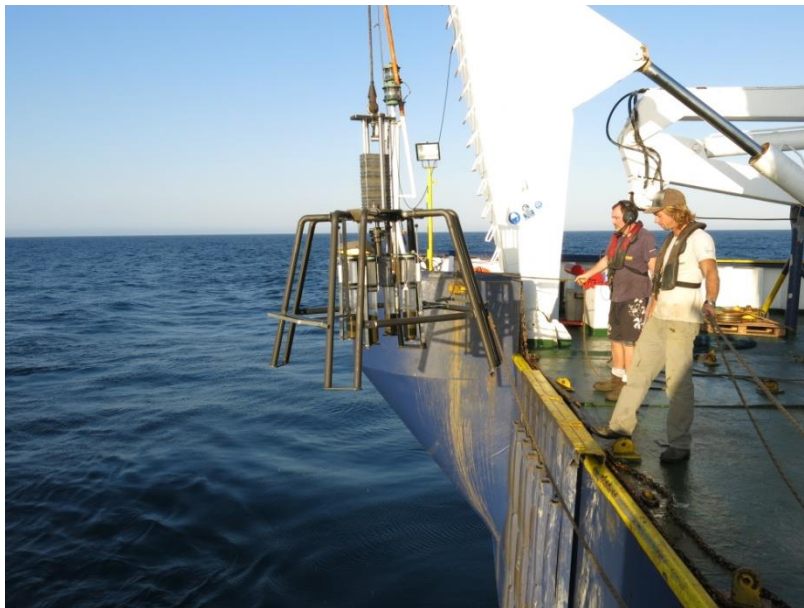


Figura VIII. 9: Proceso de inmersión de un equipo multinúcleos.

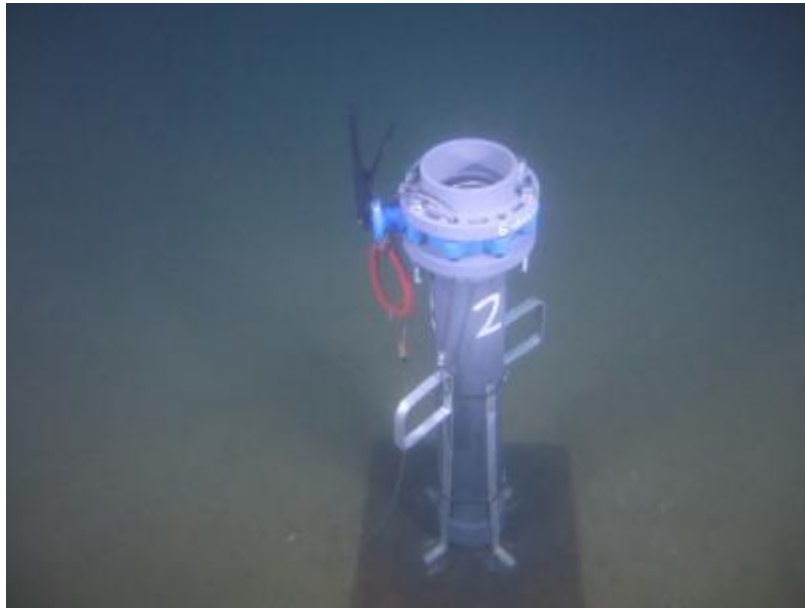


Figura VIII. 10: Trampa de sedimentos colocada en el fondo.

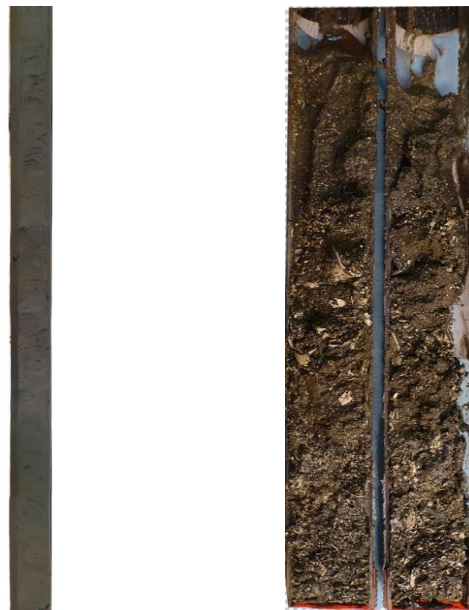


Figura VIII. 11: Sedimentos obtenidos con núcleos; el tamaño del núcleo es de un metro. Panel izquierdo: núcleo obtenido a 198 m; panel derecho: núcleo obtenido a 40 m de profundidad.

- Metodología para el Sedimento

Sistema de multicore

Este sistema consiste en un trípode multitubo de muestreo del sedimento superficial (hasta 40 cm) y de la interfase agua-sedimento con un alto grado de preservación. Tras depositarse el sistema sobre el fondo, el equipo entra en funcionamiento introduciendo hasta ocho tubos de metacrilato dentro del sedimento gracias a un dispositivo hidráulico de pistón. Estos tubos quedan herméticamente cerrados por su base y techo.

Se adjunta tabla con los resultados de muestreos de columna de sedimentos (ver Anexo 3).



Figura VIII. 12: Vehículo de Operación Remota (ROV por sus siglas en inglés), utilizado para realizar muestreos en la Bahía de Ulloa.

- Metodología en la Calidad del Agua Marina en la Bahía de Ulloa

Se analizó la calidad del agua marina realizando muestreos, sumergiendo el Vehículo de Operación Remota (por sus siglas en inglés ROV) y utilizando instrumentos perfiladores

multiparamétricos, los modelos utilizados en este proyecto fueron el perfilador Valeport Mini MIDAS CTD modelo 606, los cuales proporcionan datos de conductividad, temperatura y presión, así como el cálculo de la salinidad, densidad y velocidad del sonido.

Se adjuntan tablas con los resultados de espectrometría de masas y de los muestreos de las corrientes de agua marina (ver Anexos y 5).



Figura VIII. 13: Perfilador Valeport Mini MIDAS CTD modelo 606.

- Metodología en el análisis de las corrientes oceánicas

Se modelaron las corrientes oceánicas usando los resultados de HAYCOM como condiciones de frontera. HAYCOM es un modelo numérico tridimensional isopícnico que asimila datos de estaciones meteorológicas, estaciones oceanográficas, barcos de oportunidad y procedentes de satélites; tiene baja resolución pero es de escala mundial. Su efectividad se ha comprobado mediante varios métodos. Para el caso de la Bahía de Ulloa, se aplicó una variante del modelo numérico ROMS (Regional Ocean Model System) que tiene una resolución variable yendo desde 10 m en la zona de dragado hasta 250 m en la parte más alejada. Verticalmente, ROMS usa coordenadas sigmas que se apegan a la forma del fondo y lo hacen muy versátil para regiones costeras con fuertes cambios batimétricos; el modelo se corrió con 20 capas (ver Anexo 5).



Figura VIII. 14: Colocación de un anclaje de ADCP en el fondo, para medir corrientes y calibrar los modelos numéricos.

- Metodología del análisis del oleaje

La dirección y altura del oleaje se modeló a partir de datos de oleaje lejano de la NOAA y usando los vientos característicos obtenidos en este estudio. La NOAA produce imágenes a mesoescala del oleaje lejano, básicamente. Los datos de la NOAA y los de vientos se usaron para aplicar a la Bahía de Ulloa el modelo de oleaje SWAN (Simulating Waves Nearshore) de tercera generación de la Universidad Tecnológica de Delft en Holanda (<http://www.swan.tudelft.nl/>).

- Metodología del análisis de vientos

El análisis de vientos se realizó en dos etapas; primero se revisaron los datos del sistema de vientos geostróficos de QuikSCAT de los EUA cuya resolución es de 25 km, para tener una representación a mesoescala y posteriormente, se efectuó el análisis de vientos de los resultados del modelo meteorológico del von Karman Institute, cuya resolución es de 50 m. Los resultados se muestran en la Tabla VIII.1. Se consideró un intervalo de 11 años ya que este tiempo es el que se considera como estándar para evaluar procesos de variabilidad climática.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla VIII. 1: Distribución de frecuencias y dirección de vientos por clase de intensidad para la Bahía de Ulloa obtenidos con datos de 2000 a 2011.

	Intervalo de Clase	Dirección de Vientos (grados)									TOTAL
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		
Promedio	0 - 2	5.68	3.72	1.92	1.70	1.79	1.75	2.32	4.18	23.06	
En 10 min.	2 - 4	18.57	3.80	0.91	1.15	1.51	1.78	4.85	11.32	43.89	
De	4 - 6	12.13	0.50	0.21	0.26	0.60	0.41	1.66	10.80	26.57	
La	6 - 8	2.90	0.10	0.11	0.15	0.25	0.05	0.02	2.05	5.63	
Velocidad (m/s)	8 - 10	0.31	0.03	0.03	0.08	0.17	0.01		0.10	0.73	
Del	10 - 12	0.01			0.03	0.05	0.01			0.10	
Viento	12 - 14					0.01				0.01	
A	14 - 16					0.01				0.01	
10 m de	16 - 18										
Altura	18 - 20										
	TOTAL	39.60	8.15	3.18	3.37	4.39	4.01	8.85	28.45	100.00	

- Metodología Avistamiento de mamíferos marinos, quelonios, elasmobranquios y aves

El avistamiento de mamíferos marinos y en general, de la fauna marina mencionada en este apartado, consistió en el barrido visual del área comprendida entre un ángulo de 180° hacia el frente de la embarcación hasta el horizonte, durante las horas de luz solar, usando binoculares. Al efectuarse los avistamientos se registró la especie, número de individuos, la posición geográfica (GPS), hora y fecha. También se hicieron observaciones de su comportamiento. La identificación de las especies avistadas fue realizada directamente por el observador. El recorrido del barco, estaciones y las posiciones de los avistamientos fueron almacenados en la memoria del GPS, y posteriormente fueron transferidos a la computadora.

Se anexa tabla con los resultados de los avistamientos de fauna marina (ver Anexo 1).

- Metodología del Sistema Bioacústico

Sistema Bioacústico mediante un Sonar modelo SIMRAD-EK15 Ecosonda científica multipropósito. Este método físico permite conocer la morfología del fondo marino y la estructura del subfondo marino de un modo indirecto. El Sonar SIMRAD-EK15 realiza el registro de datos brutos e interfaces para sistemas secundarios, útiles para analizar los mamíferos marinos, quelonios, las poblaciones de peces, el comportamiento y las interacciones entre peces y plancton, la cartografía del hábitat y el monitoreo de los ecosistemas. Su frecuencia de operación es de 200 kHz, y ofrece una resolución muy alta y alta precisión.

Se adjuntan los resultados de los muestreos marinos utilizando el ecosonda (ver Anexos 1 y 10,).

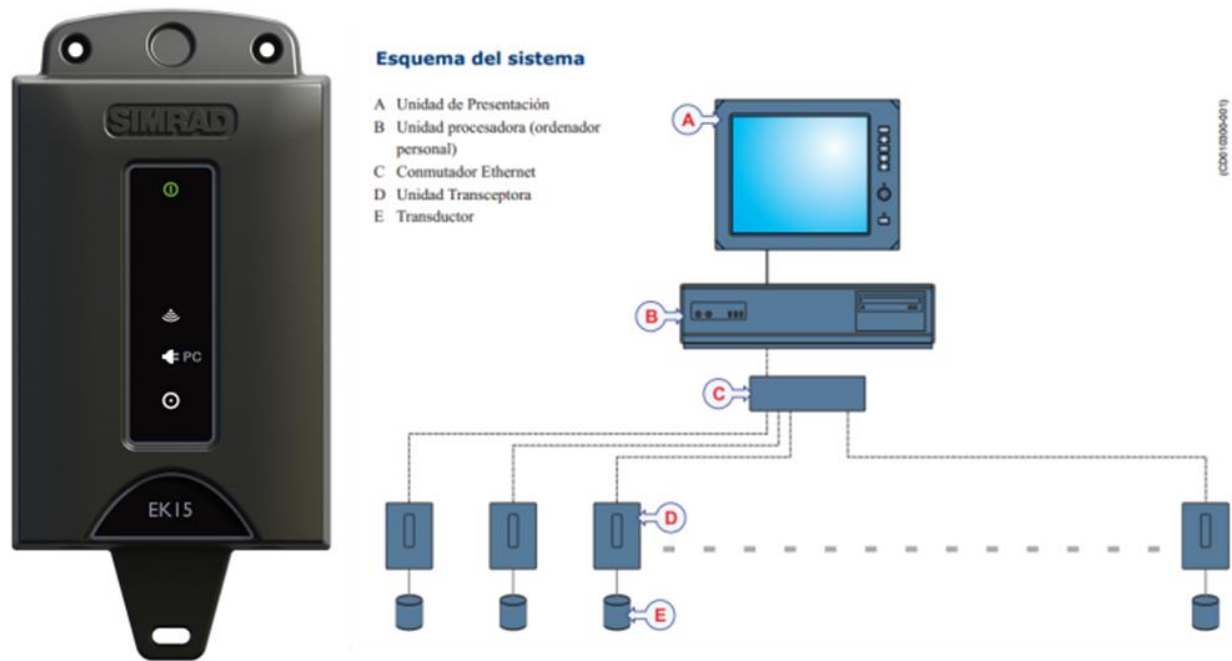


Figura VIII. 15: Sonar SIMRAD-EK15 para realizar monitoreo en ecosistemas de la Bahía de Ulloa.

VIII.2. Identificación y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos del Sistema Ambiental Regional

VIII.2.1 Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002).

Acciones concretas: las acciones se refieren a una causa de impacto concreta, simple, bien definida y localizada.

Aunado a lo anterior, para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en las fases y las acciones concretas. En este caso, cabe hacer mención que, de acuerdo con las características propias del proyecto, habrá sólo una etapa correspondiente a la operación aplicable al proyecto.

Las acciones concretas derivan de la operación del siguiente equipo:

Tabla VIII. 2. Equipo de operación del proyecto.

Equipo
Draga
Barcaza

Es importante destacar que, para efectos de impacto, se agrupan y organizan los equipos indicados en la tabla VIII.2, cuyas actividades originarán impactos. Cabe aclarar que la remoción y la extracción de agregados marinos es una actividad que ocurre simultáneamente

pero que, en términos de impacto, la hemos separado para diferenciar impactos que ocurren en el fondo marino respecto a la columna de agua.

Las fases del proyecto son las siguientes:

- Dragado, y
- Preparación para el transporte (barcaza)

VIII.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales: aire, suelo, y agua (Gómez-Orea 2002). En el Capítulo IV de la presente MIA-R se enlistan los factores del entorno susceptibles de recibir impactos ambientales

VIII.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes fases del proyecto. Las principales herramientas utilizadas son:

- El sistema de información geográfica.
- Grafos o redes de interacción causa-efecto
- Matrices de interacción
- Juicio de expertos

A continuación se describen brevemente cada una de ellas

Tabla VIII. 3. Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Herramienta	Descripción
-------------	-------------

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto, se generaron mapas de inventario de manera que, a través de la superposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	<p>Consisten en representar, sobre el papel, las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aun cuando esta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices sean consideradas de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002)</p> <p>En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha.</p>
Matrices de interacción	Son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto - causa de impacto -, y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. Ambas entradas han sido identificadas en tareas anteriores. En la matriz, se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que averiguar después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello, en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas. Comparando y revisando los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe (Gómez-Orea, 2002).

Fuente: Elaboración propia.

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman, por lo tanto, la parte medular de la metodología de evaluación, y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA ya que “un impacto que no es identificado, no es caracterizado, ni evaluado, ni descrito”.

VIII.2.3.1. Los sistemas de información geográfica (SIG)

Para la caracterización del SAR se utilizó:

- a) Información ambiental generada para el área.
- b) Definición de unidades naturales y zonificación del área
- d) Sistema de información geográfica.
- e) Información generada en los trabajos de campo y verificación.

Lo anterior permitió determinar la situación ambiental del SAR definido y delimitado para el proyecto.

VIII.2.3.2. Grafos o redes de interacción causa-efecto

Se realizaron grafos para la etapa de operación de las actividades del proyecto. Se eligió dicha técnica ya que representa, sobre el papel, las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aun cuando en la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto (la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha), se hizo una modificación a la técnica y se adicionó el efecto de manera escrita para cada componente, lo anterior para una mejor y clara comprensión del efecto o impacto sobre el ambiente.

VIII.2.3.3. Lineamientos Internacionales

De manera consistente con los lineamientos internacionales, como los conceptos propuestos por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (ONU, 2003 y 2005), se realizará un análisis de los impactos ambientales a partir de la definición de los generadores de cambio²⁵ ligados al proyecto y el impacto ambiental significativo sobre el ambiente, específicamente sobre los servicios del ecosistema identificados en la región.

Como se mencionó en el Capítulo V de la presente MIA, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (ONU, 2003 y 2005) usa una serie de definiciones clave, que nos parecen adecuadas para el presente propósito, como son:

Ecosistema. Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional. Los seres humanos son parte integral de los ecosistemas. Los ecosistemas presentan diferencias ostensibles de tamaño; una poza pasajera en la hendidura de un árbol y una cuenca oceánica pueden ambas constituir un ecosistema.

Servicios que prestan los ecosistemas. Los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que el medio ambiente, incluyendo el ser humano, obtiene de éstos. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos, el agua, energía; servicios de regulación, los ciclos de los nutrientes; y componentes de la biodiversidad, como diversidad, abundancia, etc.

VIII.2.3.4. Matrices de interacción

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, ya mencionada anteriormente, respecto de la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró una matriz de interacciones o de identificación de impactos, tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la prospección ambiental del predio, y unidades ambientales definidas.

²⁵ Los generadores de cambio (o *drivers of change en inglés*) tienen como consecuencia un efecto o un impacto sobre los servicios del ecosistema y afectan el bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003).

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capítulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable. Esta matriz se denominó *Matriz de Identificación de Impactos*, la cual permite identificar los impactos negativos que generará el proyecto, evidenciando qué componente es el más afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo del mismo que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado. Como ya se mencionó, esta primera matriz, apoya el análisis del grafo, y el SIG, enmarcado en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito, ya que no sólo se identifican los impactos sino que, como resultado de ello, se definirán posteriormente las medidas de prevención, mitigación y compensación que serán integradas.

VIII.2.3.5. Juicio de expertos

El juicio de expertos se consideró en todo momento para la identificación, caracterización, y evaluación de los impactos del proyecto.

VIII.2.4. Cribado y denominación de las interacciones o impactos

De las interacciones encontradas en la matriz se realizó un cribado; es decir, se analiza cuáles son los efectos que resultan de dichas interacciones entre las actividades y los factores ambientales que se intervienen.

En la **Tabla VIII.4** se enlistan los impactos ambientales identificados, denominándolos en términos de la alteración que introduce la actividad en los factores del entorno.

Tabla VIII. 4. Factores e impactos ambientales.

Componente	Factor	Impacto
------------	--------	---------

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto
Organismos bentónicos	Distribución	Afectación a la distribución local de organismos bentónicos
	Diversidad	Alteración en la diversidad de comunidades bentónicas
Fauna marina	Individuos de especies de ictiofauna	Pérdida o afectación a individuos de especies de ictiofauna
Fauna marina	Zonas de desplazamiento de mamíferos marinos	Afectación a zonas de desplazamiento de mamíferos marinos
Fauna marina	Zonas de desplazamiento de tortugas marinas	Afectación a zonas de desplazamiento de tortugas marinas (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Ecosistemas marinos	Hábitat	Pérdida o afectación del hábitat
	Productividad primaria	Alteración en la productividad primaria
Geomorfología y Fondo marino	Topobatimetría	Cambios en la topografía del fondo marino
	Calidad/Sedimentación y transporte de sedimentos	Alteración en la composición y transporte de sedimentos
Columna de agua	Calidad	Alteración a la calidad del agua marina
	Turbidez y sólidos en suspensión	Incremento de la turbidez y de los sólidos en suspensión en la columna de agua
	Oxígeno disuelto	Riesgo de eutrofización

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Componente	Factor	Impacto
	Régimen Termohalino	Alteración de los regímenes termohalinos en la columna de agua
	Nivel de ruido	Contaminación en la columna de agua por ruido
Aire	Calidad	Contaminación del aire por emisión de partículas suspendidas y gases de combustión
Socioeconómico	Actividades productivas locales (Actividad Pesquera)	Afectación a la actividad pesquera
Socioeconómico	Economía Nacional	Beneficios en la economía nacional

VIII.2.5 Valoración de impactos

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado, así como al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar, en términos de magnitud y de incidencia de la alteración, que:

- c) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado²⁶.
- d) La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan

²⁶ Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de esta MIA, se refiere al SAR definido.

dicha alteración y que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad.

VIII.2.6. Caracterización de impactos: índice de incidencia

Como se mencionó anteriormente, la incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que, tomando como base el juicio de expertos, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, y el grafo que le dio origen, se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental (Tabla VIII.4). A dichos impactos se atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1 mediante la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación, el cual fue propuesto por Gómez Orea (2002)²⁷, de manera que la autoridad pueda replicarlo al evaluar la MIA-R

- 1) Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir el carácter del atributo, mismo que se cita en la Tabla VIII.5;
- 2) Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (Tabla VIII.5). Cabe hacer mención que, para mayor claridad sobre la aplicación de cada valor, así como para su reproducción por parte de la DGIRA, se definió cada rango en la Tabla VIII.6 ;
- 3) El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto (Tabla VIII.5) y sus rangos de valor o escala de la Tabla VIII.6:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc^{28} \quad \text{Expresión V.1}$$

- 4) Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

²⁷ Domingo Gómez Orea (2002), página 330

²⁸ Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pág. 330

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor que, para el caso de esta evaluación, será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor que, para el caso de esta evaluación, será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Tabla VIII. 5. Atributos de los Impactos Ambientales.

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible a corto plazo	1

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
	Reversible a mediano plazo	2
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	Irrecuperable	3

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la misma que permite:

a) Evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia.

Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Tabla VIII. 6: Descripción de la escala de atributos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: El impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: Cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5 años.	Largo: La actividad dura más de 5 años.
Reversibilidad del impacto	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las	A largo plazo: El impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Atributos	Escala		
	1	2	3
(R)	de tiempo relativamente corto, menos de un año.	condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	no ser reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: Cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un período definido de tiempo.	No aplica	Permanente: El efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: Que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

VIII.3. Mantenimiento

El mantenimiento preventivo consistirá en la revisión periódica de los buques y se ocupará de las condiciones operativas, durabilidad y confiabilidad del equipo. Esto ayudará a reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo. Aunque el mantenimiento preventivo es considerado valioso para las organizaciones, existen una serie de fallas en la maquinaria o errores humanos a la hora de realizar estos procesos. El mantenimiento preventivo y la sustitución planificados son dos de las tres políticas disponibles para los ingenieros de mantenimiento.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de las posibles fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, de aceites y lubricantes, etc.

Ventajas del mantenimiento preventivo:

1. Confiabilidad: los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
2. Disminución del tiempo muerto: tiempo de parada de equipos/máquinas.
3. Mayor duración de los equipos y maquinaria.
4. Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
5. Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
6. Menor costo de las reparaciones.

VIII.4. Fotografías



Figura VIII. 16. Vista de la Bahía de Ulloa.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura VIII. 17. Vehículo de Operación Remota (ROV por sus siglas en inglés) equipado con dos brazos y diferentes cámaras para realizar monitoreos en la Bahía de Ulloa.

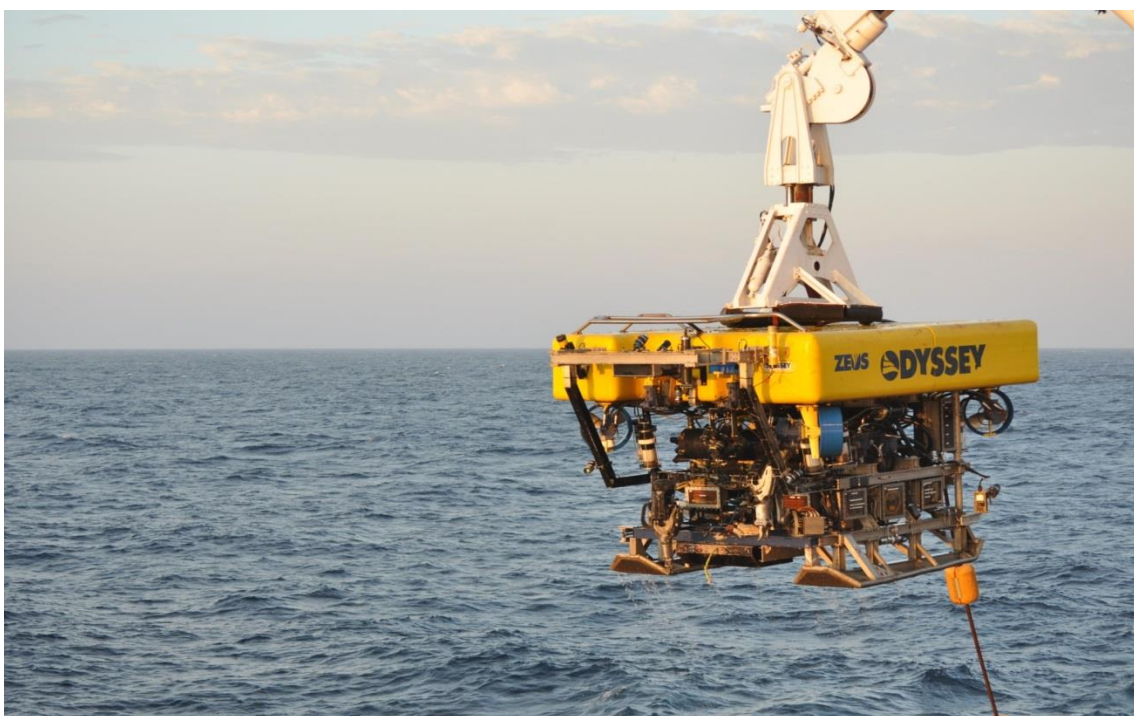


Figura VIII. 18. Otra vista del Vehículo de Operación Remota (ROV por sus siglas en inglés) antes de sumergirlo en las aguas de la Bahía de Ulloa.



Figura VIII. 19. ADCP utilizado para medir las corrientes en la Bahía de Ulloa.



Figura VIII. 20. Vista del ADCP antes de sumergirlo en las aguas de la Bahía de Ulloa.



Figura VIII. 21. Muestreo de la columna de sedimentos en el área del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”



Figura VIII. 22. Avifauna presente en el área del proyecto.



Figura VIII. 23. Avifauna presente en el área del proyecto.



Figura VIII. 24. Avistamiento de un mamífero marino en la Bahía de Ulloa.

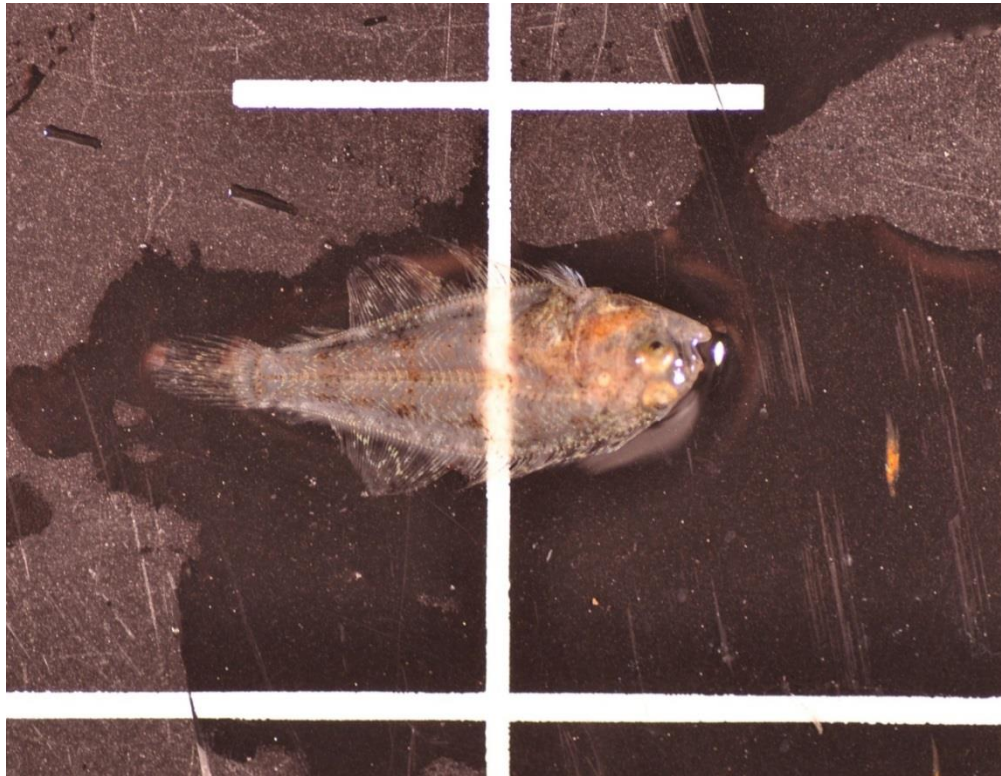


Figura VIII. 25. Fauna bentónica observada durante los muestreos en la Bahía de Ulloa.



Figura VIII. 26. Avistamiento de elasmobranquio observado durante los muestreos en la Bahía de Ulloa.



Figura VIII. 27. Avistamiento de mamífero marino observado durante los muestreos en la Bahía de Ulloa.



Figura VIII. 28. Avistamiento de mamíferos marinos observados durante los muestreos en la Bahía de Ulloa



Figura VIII. 29. Avistamiento de quelonio observado durante los muestreos en la Bahía de Ulloa.



Figura VIII. 30. Avistamiento de hidrozoarios observados durante los muestreos en la Bahía de Ulloa



Figura VIII. 31. Avistamiento de crustáceo observado durante los muestreos en la Bahía de Ulloa.

VIII.5. Anexos

En esta parte se mencionarán el contenido de los anexos; entre los que destacan los estudios realizados para la caracterización del área del proyecto, así como bases de datos e información que complementa lo presentado a lo largo de la MIA-R.

Listado de anexos

Anexo 1 Listados de especies

Anexo 2 Toxicología

Anexo 3 Sedimentos

Anexo 4 Calidad del agua

Anexo 5 Corrientes

Anexo 6 Convenio MARPOL

Anexo 7 Oceanografía física

Anexo 8 Enterramiento de organismos (Bioturbación)

Anexo 9 Estudio de pluma de dispersión

Anexo 10 Modelo de sonido

Anexo 11 Mapas regionales con batimetría

Anexo 12 Impactos de dragado

Anexo 13 Impacto por ruido

Anexo 14 Recuperación de recursos biológicos en zonas de dragado

Anexo 15. Video

A continuación se presenta el contenido y conclusiones de los anexos listados anteriormente:

Anexo 1 Listados de especies

Esta carpeta contiene listados de especies marinas, obtenidas tanto de trabajo de campo como de revisiones bibliográficas, entre los que se incluyen: comunidades pelágicas (resultados de muestreos de epifauna, infauna, fitoplancton, zooplancton pequeño y zooplancton grande); mamíferos marinos, aves marinas y peces (óseos, cartilagosos y de importancia comercial).

Resumen y conclusiones:

Comunidades biológicas (infauna)

Se analizaron 53 muestras de infauna donde se identificaron 133 taxones. Un media de 58.36 animales fue registrado en cada una, mientras que la media de taxones fue de 13.79.

Las comunidades faunísticas analizadas estaban dominadas por gusanos anélidos (69.25%), seguido por un grupo heterogéneo (21.60%), Crustácea (6.27%), Mollusca (2.71%) y Echinodermata (0.16%). En términos de riqueza específica, Annelida es el grupo dominante (71,43%), seguido de Crustácea (11.23%), Mollusca (10.53%), un grupo de especies heterogéneo (4.51%) y por último Echinodermata (2.26%).

Al contrastar los datos examinados de la importancia relativa de cada grupo con respecto a la abundancia total y la riqueza específica, encontramos que mientras Crustácea y Mollusca presentan una abundancia menor que el grupo heterogéneo de especies (denominado Miscelánea), su importancia se incrementa si tomamos en cuenta su diversidad; es decir, aunque en número de individuos Crustácea y Mollusca presentan una aportación menor, su importancia se incrementa si consideramos el número de especies presentes en estos grupos. Por el contrario, en el grupo de Miscelánea su contribución es mayor en términos de abundancia que de riqueza específica, esto es debido a los altos valores de abundancia de los Nematodos (representa un 21.31% de la abundancia total de organismos).

Los resultados del análisis univariante de la infauna revelan que la comunidad está formada básicamente por especies oportunistas propias del sustrato fino. Estos grupos presentan una alta capacidad de recuperación frente a las perturbaciones ambientales a las que puedan verse expuestas, ya sean de manera natural o de origen antropogénico, por lo que rápidamente pueden alcanzar los niveles de población registrados previamente a los trabajos de dragado.

La distribución irregular de la abundancia como de la riqueza específica, parece indicar la ausencia de tendencias geográficas aparentes. Al comparar la distribución de ambos parámetros se observa la relación entre las estaciones que soportan los mayores valores de abundancia y riqueza específica, y viceversa.

También se realizaron técnicas analíticas multivariantes, las cuales revelaron la presencia de 5 grupos distintos de infauna con un nivel de similaridad del 20%, además hay 2 muestras que no se han podido incluir en ninguno de estos grupos y han sido categorizadas como *Outliers*. Hay que mencionar que tres taxones, el gusano anélido *Medimastus* sp., el anfípodo *Monoculodes* sp. y *Gymoneris crosslandi*; son responsables del 90% de similaridad identificada en las muestras del Grupo A, este grupo tiene una escasa presencia en el área de interés, presentándose sólo en cinco localidades. Un solo taxón (Nematoda) estuvo presente en las muestras que forman parte del Grupo B, el cual está escasamente representado en el área (dos localidades). Oligochaeta y el gusano anélido *Monticellina cryptica*, explican casi el 90% de la similaridad de las muestras que pertenecen al Grupo C, que está escasamente presente en el área de estudio, sólo se encuentra en dos de las muestras analizadas.

El Grupo D es el más diverso de todos los grupos muestreados en el área de estudio, con una abundancia de 16 taxones que supone más del 90% de la similitud del grupo. De estos, cinco de ellos (Nematoda y los gusanos anélidos *Monticellina cryptica*, *Bipalponephtys cornuta*, *Paraprionospio alata* y *Aricidea (Acmira) simplex*) contribuyen al 50% de la similaridad de este grupo. Un solo taxón (*Paraprionospio alata*) fue registrado en las muestras que comprenden el Grupo E, grupo que sólo se encuentra en dos localidades.

Se llevaron a cabo una serie de análisis estadísticos para determinar si la fauna muestreada en el interior y fuera del área de interés es diferente. Los resultados sugieren que la riqueza específica correspondiente a la infauna dentro de la zona del

yacimiento es igual a la que se encuentra en el exterior, y que la comunidad de infauna no difiere entre estas dos áreas. Sin embargo, la abundancia de organismos es menor en el interior del área del yacimiento comparada con la del exterior.

Estos resultados son muy importantes para poder interpretar los efectos del modelo de restauración del fondo marino propuesto para la infauna bentónica del área del proyecto.

Así tenemos que:

- Los tipos de especies que componen las comunidades dentro del depósito no presentan diferencias significativas sobre aquellas que se encuentran fuera del mismo y dentro del SAR. Esto implica que ningún impacto de dragado se realizará sobre un tipo de comunidad especial diferente a las presentes en el área del SAR.
- La densidad de población de individuos dentro del depósito (36.3 individuos por muestra) es inferior al 50% que la densidad fuera del área mineralizada, que alcanza un 66.3 de individuos de media por muestra. El área mineralizada presenta una pobreza mayor en número de individuos si la comparamos con el área circundante en el SAR.
- Otro elemento muy importante a destacar es que el resultado del análisis univariante, revela que la mayoría de las muestras obtenidas en el área mineralizada del proyecto corresponden a especies oportunistas, que habitualmente habitan sobre los depósitos finos y móviles. Estos taxones poseen la capacidad de habitar y colonizar sedimentos alterados, lo que les permitiría recolonizar rápidamente un área alterada por el hombre mediante un dragado, pudiendo recuperar rápidamente los niveles de población de pre-dragado²⁹.

²⁹ Newell, R.C., Seiderer, L.J., Simpson, N.M. & Robinson, J.E. (2004b). Impacts of Marine Aggregate Dredging on Benthic Macrofauna Off the South Coast of the United Kingdom. *Journal of Coastal Research*, 20: 115-125.

Un análisis completo de los datos biológicos sobre la infauna demuestran las siguientes afirmaciones:

1. La densidad de población de los invertebrados que viven en los sedimentos de las áreas mineralizadas de “Don Diego” representan aproximadamente la mitad de las poblaciones que rodean los depósitos del SAR. Esto además refuerza la conclusión de la MIA-R que se obtiene mediante el análisis de los videos obtenidos con el ROV, en los que se aprecia que la densidad de población del depósito es escasa.
2. Las comunidades presentes sobre las áreas mineralizadas son las mismas, pero con menor densidad de población que las comunidades del entorno. En definitiva, el dragado no tendrá impacto en especies que no estén presentes y bien distribuidas fuera de las zonas mineralizadas.
3. Las comunidades presentes en el depósito se caracterizan por su movilidad y capacidad de recolonización, por lo que una vez dragado garantizan una recuperación rápida del área.
4. El sistema de dragado propuesto para el área del proyecto cuenta con una innovadora tecnología para restaurar y reparar el fondo marino. El sistema propuesto crea una serie de canales en el lecho marino que contribuyen una recuperación más rápida de la comunidad bentónica afectada que otros sistemas. El proyecto, divide el territorio en cinco áreas y propone una explotación de 10 años en cada una de ellas durante un período total de 50 años. Esta baja tasa de explotación permitirá una recuperación natural del fondo marino antes de comenzar la explotación de las zonas adyacentes. Cumpliendo con los requerimientos normativos, se llevará a cabo un monitoreo ambiental posterior a los dragados para documentar la recuperación de la comunidad bentónica. En un plazo de 2 a 4 años (Newell, 2004) la comunidad bentónica habrá recuperado su estado natural.

Fitoplancton

Se identificaron más de 150 especies de fitoplancton (274,925 individuos) durante las campañas oceanográficas realizadas en el área del proyecto. La importancia de este anexo radica en que algunas especies de fitoplancton pueden producir florecimientos de algas dañinos (mareas rojas), las cuales están relacionadas directamente al grupo de los dinoflagelados. Gárate-Lizárraga *et al.* (2001)³⁰, han realizado diversos estudios sobre los episodios de mareas rojas a lo largo de las costas de Baja California Sur, México (1984 a 2001). Se observó que mientras algunas especies de dinoflagelados pueden causar mareas rojas, estas no causan Envenenamiento Paralizante del Marisco (PSP por sus siglas en inglés *Paralytic Shellfish Poisoning*) u otro problema de salud pública. La lista de organismos productores de mareas rojas identificados por Gárate-Lizárraga *et al.* (2001), fue comparada con la lista de especies identificadas en las muestras del área del proyecto, de las cuales *Cylindrotheca closterium* se encontró en 23 de las 32 estaciones y *Gonyaulax polygramma* en una de las 32 estaciones estudiadas. Las especies causantes de las mareas rojas y el PSP identificadas en la costa oeste de Baja California Sur por Gárate-Lizárraga *et al.* (2001) estaban completamente ausentes en las muestras del área del proyecto. *Octactis pulchra*, un silicoflagelado, fue la especie más abundante.

El segundo taxón más abundante en las muestras fue *Gymnodinium* sp., el cual es un organismo colonial simbiote presente comúnmente en las cadenas de diatomeas y alimentándose de nanoplancton, por lo que juega un importante papel ecológico manteniendo las cadenas de diatomeas libres de detritos evitando que la fotosíntesis se vea interrumpida (Padmakumar *et al.*, 2012)³¹.

³⁰Gárate-Lizárraga, I., M.L. Hernández-Orozco, C. Band-Schmidt, and G. Serrano-Casillas. 2001. Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984-2001). *Oceanides*. 16: 127-137.

³¹ Padmakumar, K.B., C. Lathika, A. Shaji, T.P. Maneesh, and V.N. Sanjeevan. 2012. Symbiosis between the stramenopile protest *Solenicola setigera* and the diatom *Leptocylindrus mediterraneus* in the North Eastern Arabian Sea. *Symbiosis*. Vol. 56:97-101.

El tercero fue el alga *Chaetoceros compressus*, la cual no se identifica como responsable de producir mareas rojas. La mayoría de los taxones de fitoplancton identificados fueron especies de algas inocuas y fueron encontradas en unas densidades menores a 1,000 células/litro, y algunas especies como *Chaetoceros concavicornis*, *Hemiaulus hauckii*, *Mastigloia rostrate*, *Dinophysis tortii*, *Protoperidinium lastispinum* fueron escasamente detectadas en proporciones menores a 50 células por litro.

La importancia de la información comprendida en este anexo es que, como ya fue indicado, se registraron más de 150 especies de fitoplancton y un total de 274,925 individuos dentro de las muestras recopiladas durante el estudio ambiental del área del proyecto. A lo largo de la zona de interés se ha registrado una fluctuación en la riqueza específica, lo que se traduce en variaciones en la abundancia. Es importante resaltar que la mayoría de los taxones de fitoplancton identificados corresponden a especies de algas inocuas que no producen mareas rojas.

Además, tres comunidades distintas de algas fueron detectadas a lo largo de la zona de estudio haciendo uso de técnicas de análisis multivariante, obteniendo un 35% de similitud. Sin embargo, un único grupo representa más del 80% de las muestras analizadas, sugiriendo que existe un alto grado de homogeneidad en las comunidades de fitoplancton en el área del proyecto.

Resultado de las identificaciones de taxones de zooplacton

Un total de 196 taxones y 14,898 individuos fueron registrados a lo largo de todas las estaciones del área de interés. Con una dominancia de 10 especies, que en conjunto supone el 66% de los individuos de zooplancton muestreados en el área de estudio (ver figuras siguientes). Las especies *Clausocalanus* sp., *Flaccisagitta enflata*, *Nyctiphanes simplex* y *Euchaeta* sp., contribuyen en mayor medida a la abundancia general. Mientras que el copépodo *Clausocalanus* sp. (98% de las muestras) y

Flaccisagitta enflata (94% de las muestras) se encuentran ampliamente distribuidas por toda la zona estudiada.

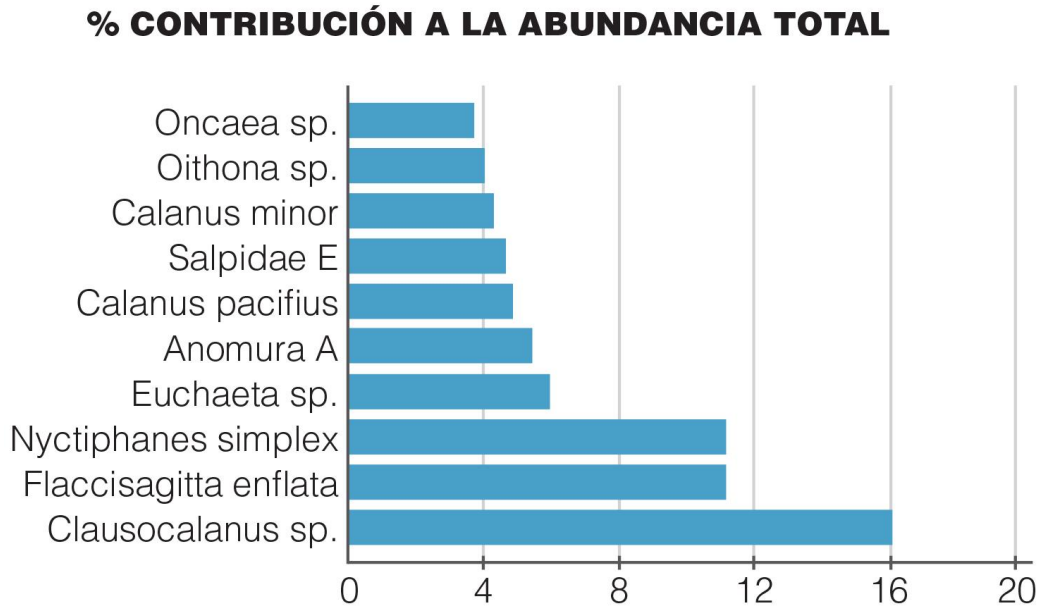


Figura VIII. 32: Abundancia de los 10 taxones presentes en las muestras tomadas en el área de "Don Diego".

% FRECUENCIA EN MUESTRAS

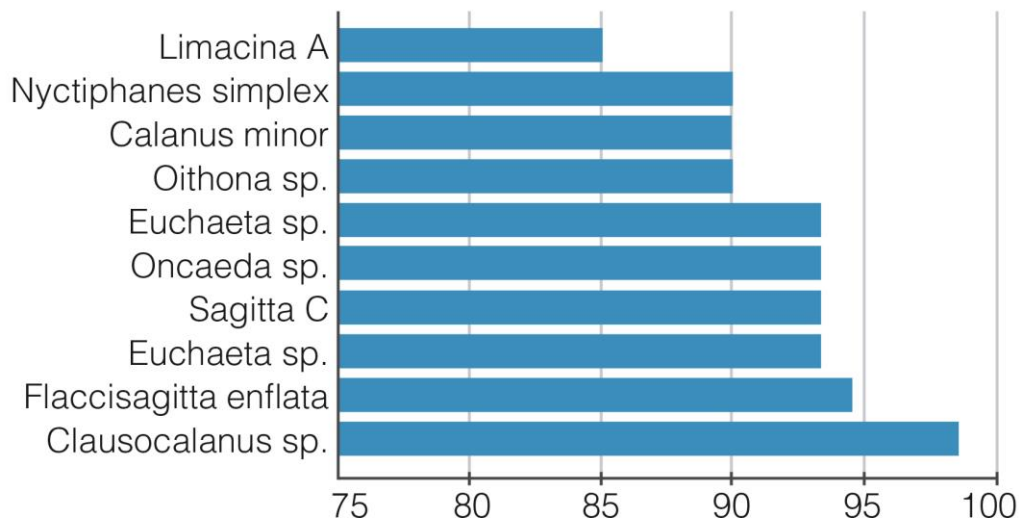


Figura VIII. 33: Los 10 taxones más frecuentes en las muestras tomadas en el área de “Don Diego”.

Los análisis multivariantes realizados identificaron 3 grupos distintos de zooplancton. El Grupo B (45%) y el Grupo C (43%) conjuntamente representan cerca del 90% de las muestras de zooplancton analizadas. Estos grupos comparten la presencia de *Clausocalanus sp.*, *Flaccisagitta enflata* y *Euchaeta sp.* A pesar de su similitud, ocupan áreas geográficas distintas: el Grupo B se localiza en el sur del área de interés y el Grupo C en la zona norte.

Mamíferos marinos y animales grandes

El avistamiento de mamíferos marinos y en general de la fauna marina mencionada en este apartado, consistió en el barrido visual del área del proyecto en un ángulo de 180° hacia el frente de la embarcación hasta el horizonte, durante las horas de luz solar con la ayuda de binoculares. Al efectuarse los avistamientos, se registró la especie, el número de individuos, su posición geográfica, la hora y la fecha, además de algunas observaciones del comportamiento. La identificación de las especies avistadas fue realizada directamente por el observador. El recorrido del barco, estaciones y las

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

posiciones de los avistamientos fueron almacenadas en la memoria del GPS y posteriormente transferidas a la computadora.

En este anexo se presentan los resultados agrupados en tablas y gráficas que se muestran a continuación.

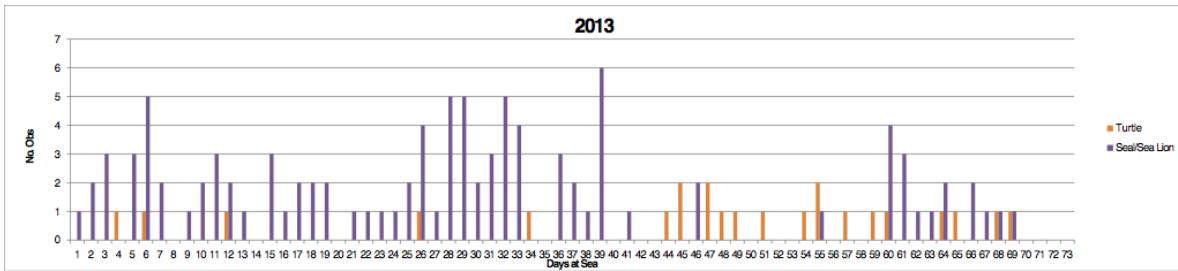


Figura VIII. 34: Avistamientos de tortugas y leones marinos.

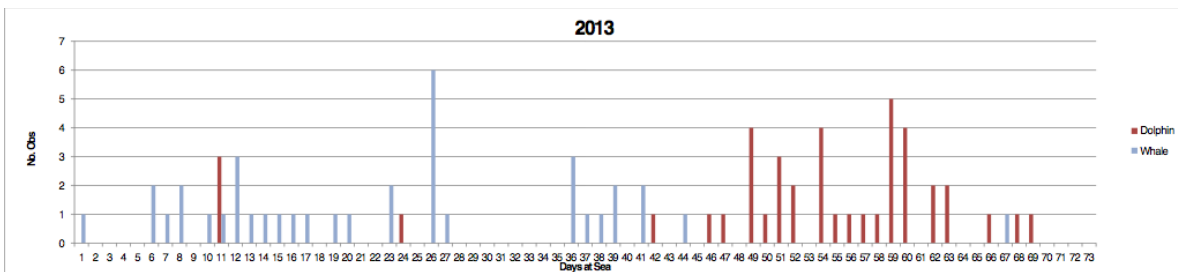


Figura VIII. 35: Avistamientos de delfines y ballenas.

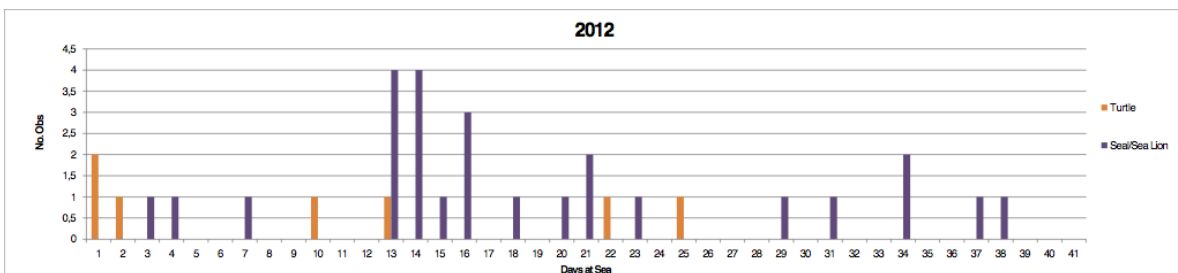


Figura VIII. 36: Avistamientos de tortugas y leones marinos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

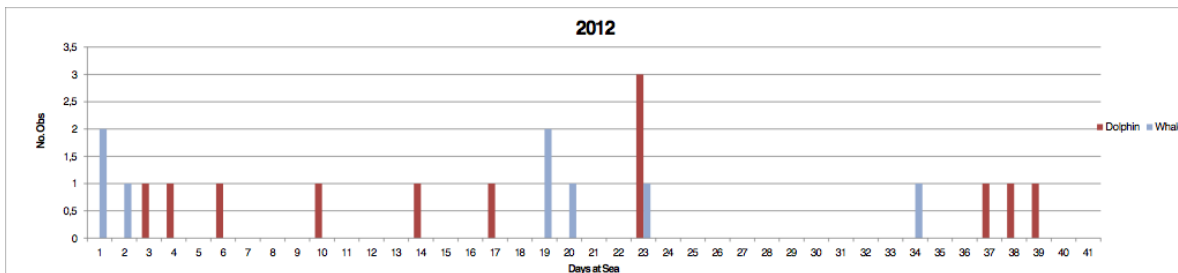


Figura VIII. 37: Avistamientos de delfines y ballenas.

Anexo 2 Toxicología

En el anexo 2 de toxicología, se encuentra el informe y la certificación de las pruebas de toxicidad de la columna de agua y de los analizados en once muestras.

Resumen y conclusiones:

El programa de las pruebas de toxicidad consistió en:

- Bioensayos de la columna de agua con mejillón azul (*Mytilus galloprovincialis*), camarón zarigüeya (*Americamysis bahía*) y pejerrey de tierra (*Menidia beryllina*).
- Pruebas de toxicidad en sedimentos de 10 días con poliqueto (*Neanthes arenaceodentata*) y anfípodo marino (*Leptocheirus plumulosus*).

Este programa de toxicidad permitió evaluar los efectos de la exposición a los lixiviados del sedimento sobre la columna de agua, en los organismos de sedimentos enteros y en el desarrollo normal de los embriones en los organismos evaluados.

PRUEBAS DE TOXICIDAD EN LAS COLUMNAS DE AGUA

Pruebas en columnas de agua con *Mytilus galloprovincialis*

Se utilizaron para las pruebas de toxicidad aguda a *Mytilus galloprovincialis*. Los datos del porcentaje normal del desarrollo de embriones de todos los controles fueron combinados para el análisis estadístico para pruebas individuales. Los controles combinados tuvieron una media de sobrevivencia del 92% y una media normal en el

porcentaje de desarrollo de embriones del 91%. Estas pruebas cumplieron con los criterios mínimos de control aceptables de supervivencia y porcentaje normal de desarrollo embrionario (US EPA 1995, USACE 1998, y ASTM 2004).

Después de 48 horas de exposición hubo un mínimo de 86% media normal de desarrollo embrionario en todas las concentraciones de la prueba, ninguna de las cuales fueron significativamente diferentes al control de dilución del agua. Los porcentajes de lixiviados de EC50 de 48 horas para *Mytilus galloprovincialis* fueron 100% para todas las muestras de lixiviados, indicando que todos los lixiviados fueron no tóxicos.

Pruebas en columnas de agua con *Americamysis bahia*

La Tabla 9 del anexo resume los resultados de la prueba de toxicidad aguda de las muestras de lixiviado usando *Americamysis bahia*. Se obtuvo como resultado que ninguna de las muestras de lixiviado fueron gravemente tóxicas. A las 48 horas del experimento, hubo un 90% de sobrevivencia en todas las pruebas y el 95% de sobrevivencia en los controles de laboratorio. Las LC50 de 48 horas para *Americamysis bahia* fueron 100% efluentes para todas las once muestras de lixiviados.

Pruebas en columnas de agua con *Menidia beryllina*

Los resultados de la prueba de toxicidad aguda en las muestras de lixiviado usando *Menidia beryllina* muestran que ninguno de los lixiviados fue gravemente tóxico, tuvieron valores de LC50 a las 48 horas 100% de lixiviado. En las 48 horas, hubo un mínimo de 88% de sobrevivencia en todas las concentraciones de las pruebas para todas las muestras. Los controles de dilución de agua tuvieron un mínimo de 95% de sobrevivencia para todas las pruebas conducidas.

Pruebas de toxicidad para todos los sedimentos

Pruebas de Todos los sedimentos *Neanthes arenaceodentata*

Respecto a los resultados de los 10 días de pruebas de toxicidad de todos los sedimentos con *Neanthes arenaceodentata*, se registró que después de 10 días hubo un 88% de sobrevivencia en todas las pruebas de sedimentos y un 92% de sobrevivencia en el control. Ninguna de las muestras de sedimentos tuvo una diferencia significativa en sobrevivencia ($p=0.05$) cuando fue comparada con el control correspondiente, por lo tanto se clasificaron como no tóxicas.

Pruebas en Todos los Sedimentos con *Leptocheirus plumulosus*

Los resultados de la prueba de toxicidad en todos los sedimentos con *Leptocheirus plumulosus* muestran que después de 10 días, hubo un 92% de sobrevivencia en todos los sedimentos de las pruebas y 97% de sobrevivencia en control. Los resultados de la prueba en *Leptocheirus plumulosus* indican que la sobrevivencia en la muestra RC-443 (0-1) (92% de sobrevivencia) al final de los 10 días fue significativamente menor ($p=0.05$) al control (99% de sobrevivencia). Sin embargo, se debe hacer notar que la mínima diferencia significativa en porcentaje (PMSD) para la comparación fue 4.2, el cual indica sensibilidad extremadamente alta en la prueba. La PMSD es una medida de variabilidad en la prueba, y un bajo PMSD indica una inusual alta precisión, o sea una pequeña diferencia entre la concentración de una prueba y el control puede ser detectado como un efecto tóxico significativo y debe ser considerado cuando se interpreten los datos. Además, la diferencia de porcentaje del control (7%) fue menos del 20% del criterio de diferencia, cuya guía la usa la USEPA/ USACE 1991 (Green Book) para definir efectos tóxicos. Por lo tanto, los resultados de esta prueba indicarían que la muestra no tuvo un efecto adverso en los organismos de la prueba. Ninguna de las muestras de los sedimentos presentó una diferencia significativa en la sobrevivencia ($p=0.05$), cuando es comparada con el control correspondiente.

PRUEBAS DE REFERENCIA DE TÓXICOS

Los resultados de las pruebas de referencia de tóxicos están dentro de los límites establecidos en las gráficas de control del laboratorio.

Anexo 3 Sedimentos

Se incluye información sobre la composición química y la distribución de partículas en el sedimento, también se incluyen los datos crudos y la certificación de calidad. Este anexo es especialmente importante para conocer el sedimento y como interactúa con las otras variables del proyecto. En esencia, se trata de un completo análisis químico y de granulometría, humedad, carbono total y analítica de partículas. Las propiedades del sedimento son útiles para la elaboración del modelo de pluma de sedimentación y permiten saber la distribución de las comunidades biológicas.

Un total de 26 muestras multicores fueron obtenidas a lo largo de las 13 estaciones de muestreo tomándose dos réplicas en cada una de ellas. Estas muestras fueron sometidas a un análisis para determinar el porcentaje que representa cada fracción de sedimento en función de su granulometría, conocido como análisis PSD (Particle Size Distribution). Fueron analizadas en un rango de tamaño de partícula comprendido entre 6.35 y 0.0004 mm, registrando el porcentaje de cada fracción en cada muestra.

Los datos se han agrupado en tres categorías generales para proporcionar un resumen de la composición de cada muestra analizada. Las tres categorías son: porcentaje de grava (diámetro ≥ 2 mm), porcentaje de arena (0.063 mm < diámetro < 2 mm) y porcentaje de limo (< 0.063 mm de diámetro).

En la figura siguiente se aprecia que básicamente la composición del sedimento de las muestras tomadas en la zona sondeada varía en su proporción entre arena y limo. Los sedimentos más gruesos se encuentran al este, y en la zona oeste más periférica del área de interés, mientras que los depósitos finos se los localizan en la zona central con una orientación lateral norte-sur a 20-70 km de distancia de la costa.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

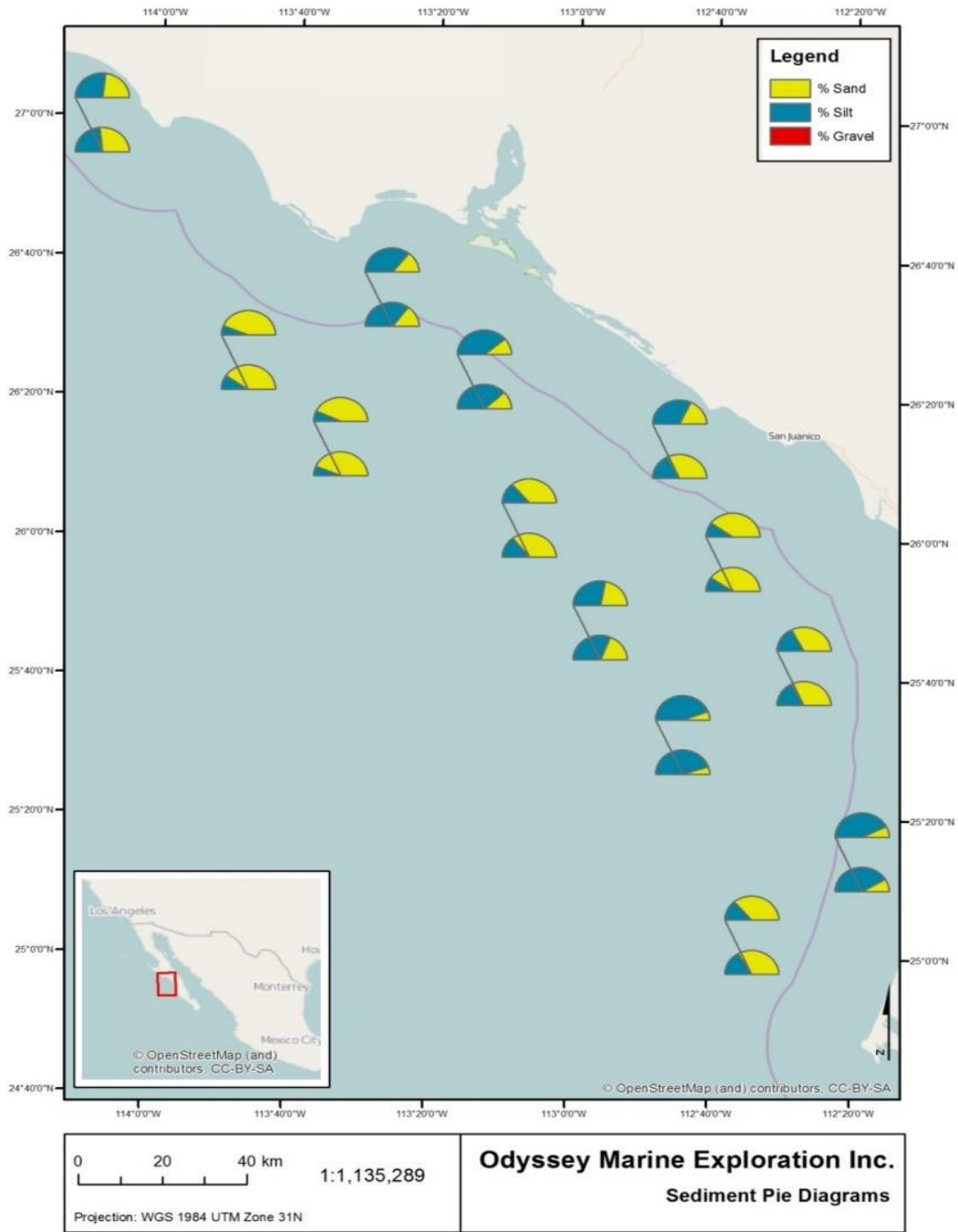


Figura VIII. 38: Porcentaje de grava, arena y limo presente en cada muestra de sedimento obtenida a lo largo de la zona de sondeo.

Análisis Multivariante de la Composición del Sedimento

Los datos de las muestras de sedimento fueron analizados usando técnicas estadísticas multivariantes, las cuales proporcionan la composición de los sedimentos y su relación con las muestras tomadas. Haciendo uso del programa computacional PRIMER, se aplicaron una serie de herramientas estadísticas para realizar un estudio más detallado de los datos y obtener así información más completa acerca de la composición del lecho marino del área de estudio. Utilizando los datos relativos al sedimento adquirido en esta área, se produjo un dendrograma (basado en la distancia Euclidia) y el gráfico MDS en dos dimensiones, los resultados de este análisis muestran la existencia de tres grupos distintos de sedimentos con una Distancia Euclidiana de 25 (Figura 39).

Los bajos valores del Stress (0.05) indican que el mapa resultante representa una fiable interpretación espacial de la relación entre las muestras de sedimentos adquiridas en el área de sondeo. Los tres grupos de sedimentos que se han obtenido aplicando el análisis multivariante han sido clasificados como Grupos de Sedimentos A, B y C.

El Grupo A se encuentra presente en dos de las estaciones del sondeo. Se calculó el porcentaje medio de grava, arena y limo, y de acuerdo con la escala Folk se clasificó como arena limosa. En la Figura 40 se muestra la distribución geográfica de este grupo, la cual corresponde a dos de las estaciones más alejadas de la costa hacia el norte del área de sondeo.

El Grupo B fue identificado en 9 estaciones, en las cuales se tomaron dos réplicas, para dar un total de 26 muestras. Se identificó arena limosa en función de la escala Folk. Por lo tanto el Grupo A y el Grupo B presentan un carácter similar, aunque el Grupo B presenta una proporción considerablemente mayor de limo que el Grupo A (47.73% en el Grupo B y 21.93% en el Grupo A). Como muestra la figura 40, el Grupo B está presente en las estaciones más cercanas a la costa y en una estación más alejada de la costa situada al norte de la zona estudiada.

El Grupo C se registró en 2 estaciones y fue clasificado como limo arenoso en la escala Folk. En la figura 40 se muestra que este grupo se localiza en dos estaciones alejadas de la línea de costa, situadas en la zona sur.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

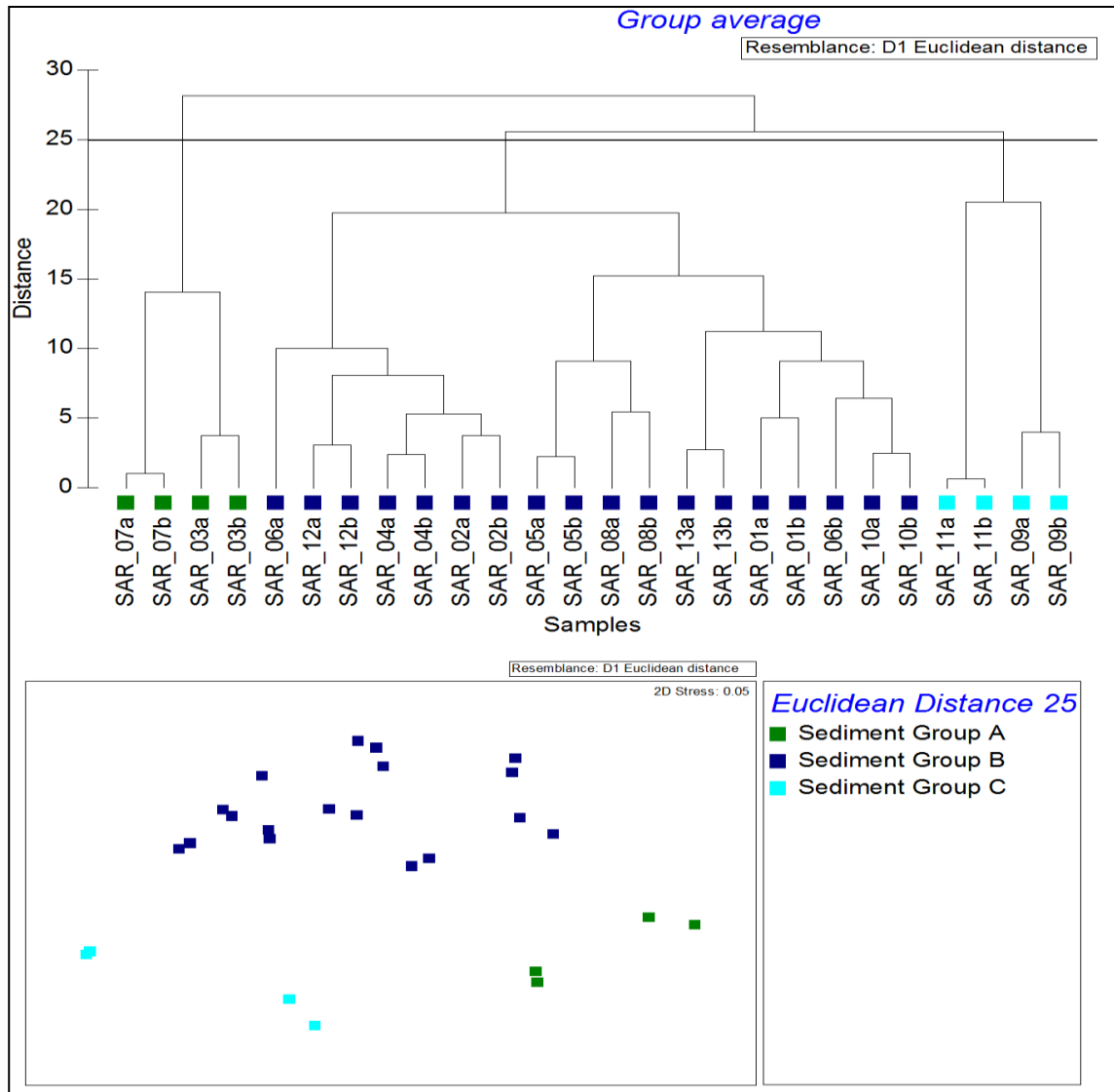


Figura VIII. 39: Dendrograma (basado en la distancia Euclidia) y su correspondiente gráfico MDS en dos dimensiones de la composición del sedimento en función de su granulometría. Los grupos de sedimentos fueron identificados usando una Distancia Euclidia de 25.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

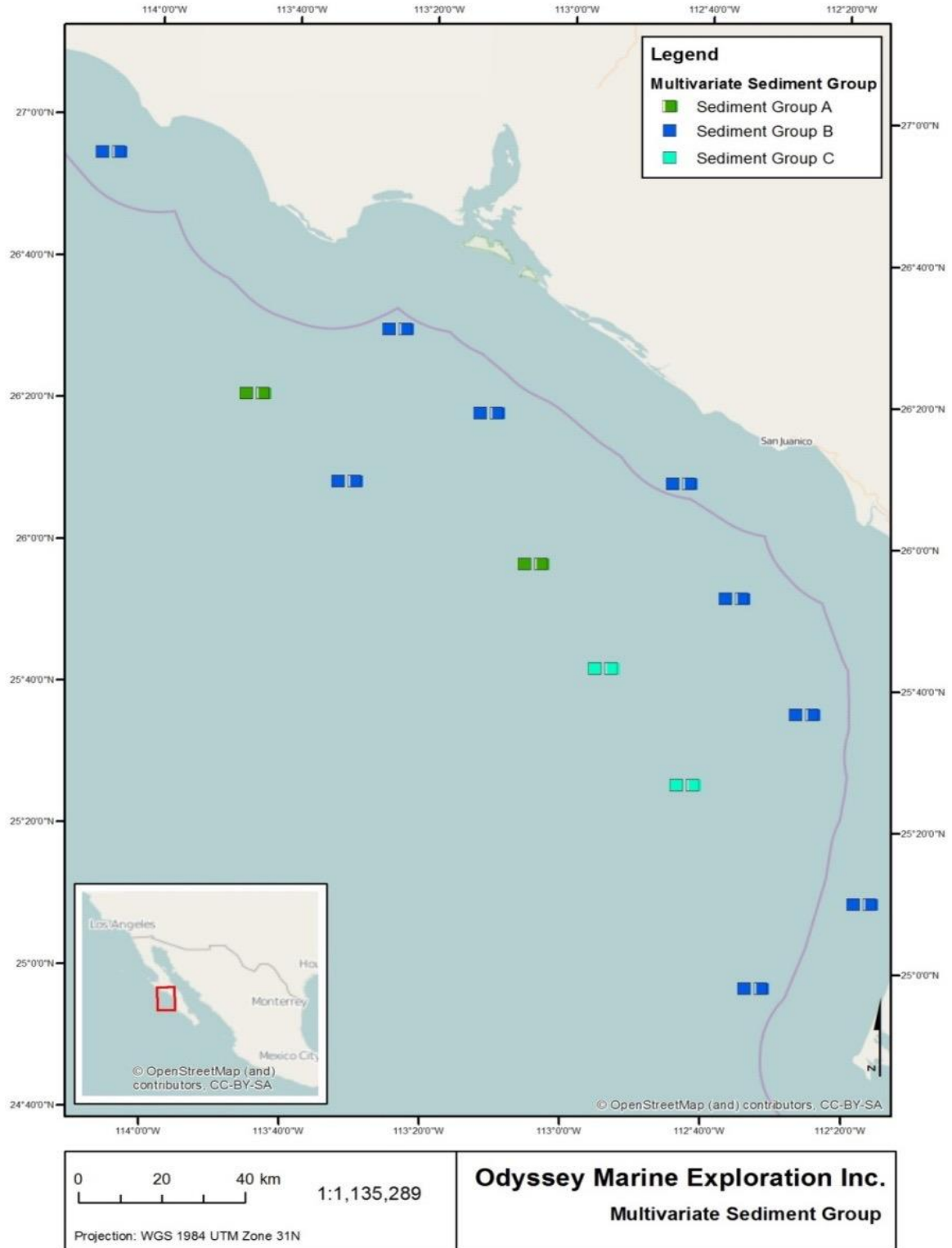


Figura VIII. 40: Distribución de los grupos multivariante de sedimentos a lo largo del área de estudio.

Resumen del análisis de sedimentos

Se analizaron 21 muestras de lixiviado entre el 12 y 15 de noviembre de 2013. Las muestras representaron los 7 sedimentos identificados y tres intervalos de mezclado (0, 30 y 60 minutos). Las muestras de lixiviado se prepararon de acuerdo con el protocolo de pruebas de lixiviado estándar en el USACE Manual de Pruebas en Tierra (*USACE Inland Testing Manual, 2006*). Siguiendo el periodo de asentamiento, el flotante fue analizado para obtener su potencial redox, bicarbonato, pH, sulfuro y DO. También fue filtrado utilizando un micrón 0.45 y el agua fue analizada para obtener la concentración de metales, aniones, DOC y uranio. Finalmente los sedimentos restantes fueron analizados para uranio y ácido volátil sulfuro/metales extraídos simultáneamente (AVS/MES).

No hubo tendencias observadas para los periodos de mezcla ni para los parámetros examinados. El uranio fue determinado por subcontrato a Laboratorio Brooks Rand (Brooks Rand Laboratory) en Seattle, WA. Las concentraciones oscilaron desde 26.7 a 154 ug/L.

Análisis de lixiviados

Los sedimentos remanentes del proceso de preparación de lixiviado fueron analizados para uranio y AVS/MES. El uranio fue analizado por Laboratorio Brooks Rand (Brooks Rand Laboratory) en Seattle; WA. AVS/MES fueron analizados por Prueba América en (Test America) en Burlington Vermont. Las concentraciones de uranio en los sedimentos oscilaron desde 3.54 a 70.9 mg/kg. No hubo una tendencia clara en las concentraciones de uranio en los tiempos de asentamiento de lixiviado. Para AVS/MES, las proporciones SEM/AVS oscilaron entre 0.145 – 0.462. De acuerdo al método y en teoría para los índices MES/AVS menos que 1, las concentraciones de

metales en los sedimentos de aguas intersticiales están por debajo de los niveles tóxicos debido a la baja solubilidad de sulfuros de metal.

Además se analizaron 52 muestras recolectadas del 12 al 17 de agosto de 2013. Todas fueron analizadas para obtener las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST). En todas las muestras se encontró que contenían niveles no detectables de SST, con un umbral de notificación (UN) de 1.0 mg/l.

Reporte de Modelo Geoquímico

El Modelo Geoquímico se realizó utilizando los resultados analíticos de las 15 muestras de lixiviado y dos muestras vírgenes, donde se evaluaron los posibles cambios en el agua marina que pudieran causarse por las interacciones con minerales o sobrecarga, y en la medida de lo posible identificar los procesos probables en las concentraciones de los componentes de los afluentes en el agua de mar durante la recuperación de mineral. El Modelo Geoquímico fue realizado utilizando el modelo PHREEQC (Parkhurst y Appelo 1999).

Los resultados de las pruebas de lixiviado indican que la interacción y sobrecarga con agua marina pueden aumentar las concentraciones acuosas de algunos elementos químicos (fósforo, fluoruro, carbono orgánico disuelto, etc.); pero dichas interacciones no tuvieron efectos o fueron mínimos sobre las concentraciones de pH, calcio acuoso, magnesio, potasio, sodio, estroncio, cloruro, bromuro, sulfato, cobalto, estaño, mercurio, nitrato, y sulfuro; a diferencia del cobre, en el cual parecen reducirse sus concentraciones en el agua de mar.

Anexo 4 Calidad del agua

Esta carpeta contiene información de un estudio de Evaluación de la calidad del agua *in situ* con predicciones de contaminantes potenciales en los sedimentos y agua ante actividades de extracción de fosfato.

Conclusiones

Los contaminantes potenciales en los sedimentos y agua fueron cuantificados para identificar si las actividades de extracción de fosfato pueden impactar en la calidad del agua. Los contaminantes fueron analizados en los sedimentos *in situ*, a las concentraciones de los depósitos presentes en los procesos naturales con base en los estándares oficiales internacionales, californianos y mexicanos para la calidad del agua marina y de los sedimentos (Tabla 7). La liberación de contaminantes a la columna de agua por el tratamiento de los sedimentos fue una situación considerada mediante el modelo y el cálculo de la pluma, y fue comparada con dichos estándares. Las emanaciones fueron calculadas para un año de dragado dentro del área del proyecto.

Los resultados obtenidos determinaron que las concentraciones de contaminantes en el agua no sobrepasan los límites máximos permisibles, a diferencia de las concentraciones de minerales en los sedimentos que sobrepasan los límites permitidos debido a la presencia de minerales como el cadmio y la plata, los cuales se registraron dentro y cerca de la zona de dragado. Para el caso del cadmio esta evaluación es conservadora, ya que este elemento será retenido en las arenas fosfáticas por el FPSP (Planta Flotante de Apoyo de Procesamiento). Sin embargo, las concentraciones de plata registradas no se consideran tóxicas para los organismos.

Además, el nitrógeno inorgánico y el fósforo biológicamente disponible en el sedimento existen en concentraciones muy pequeñas, por lo tanto, se demuestra en el análisis que la probabilidad de que los sedimentos liberados del dragado resulten en condiciones eutróficas (ricas en nutrientes), es por consiguiente muy pequeña.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Es importante enfatizar que las concentraciones de los contaminantes dentro de los sedimentos *in situ* se encuentran dentro de los niveles admisibles por los criterios del Sedimento de California.

Tabla VIII. 7: Sedimentos y estándares de calidad del agua.

METALES	CALIFORNIA	US EPA NATIONAL		MÉXICO
Aluminio	-	-	-	200
Arsénico	85	36	40	
Cadmio	9	8.8		9
Cromo	300	50	50	
Cobre	390	3.1		3
Estaño	110	8.1	6	
Níquel	200	8.2		8
Plata	2.2	1.9	2	
Zinc	270	81		90

Anexo 5 Corrientes

Esta carpeta contiene información sobre Corrientes oceánicas (de un estudio de Oceanografía física), resultados de parámetros físicos.

Se simularon las actividades de dragado de dos semanas durante tres períodos diferentes, donde las condiciones de flujo en los parámetros de oceanografía fueron distintas:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

1. Principios de agosto de 2013, caracterizado por el flujo norte/norte-oeste.
2. Febrero de 2011, caracterizado por el flujo sur/sudeste (más predominante durante la primavera y el verano).
3. Finales de agosto de 2013, caracterizado por mayor flujo del norte.

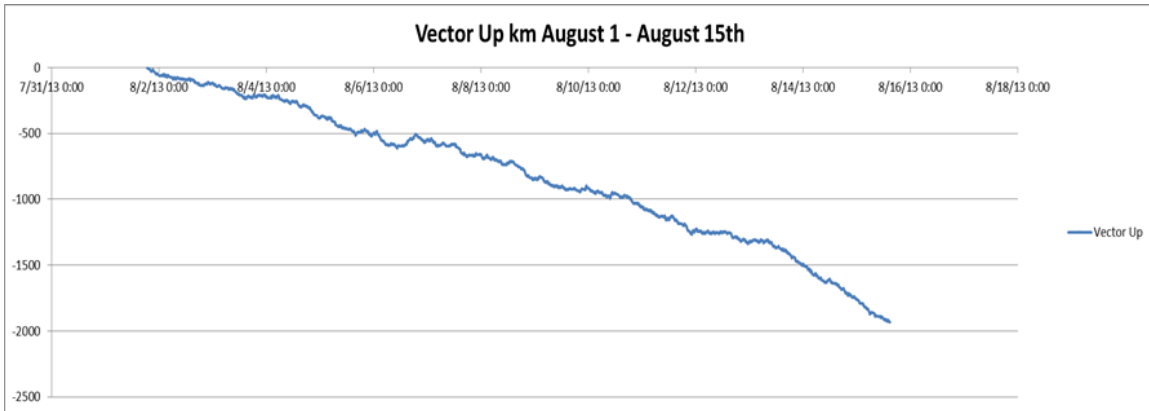


Figura VIII. 41: Vector de corriente para la primera quincena de agosto 2013.

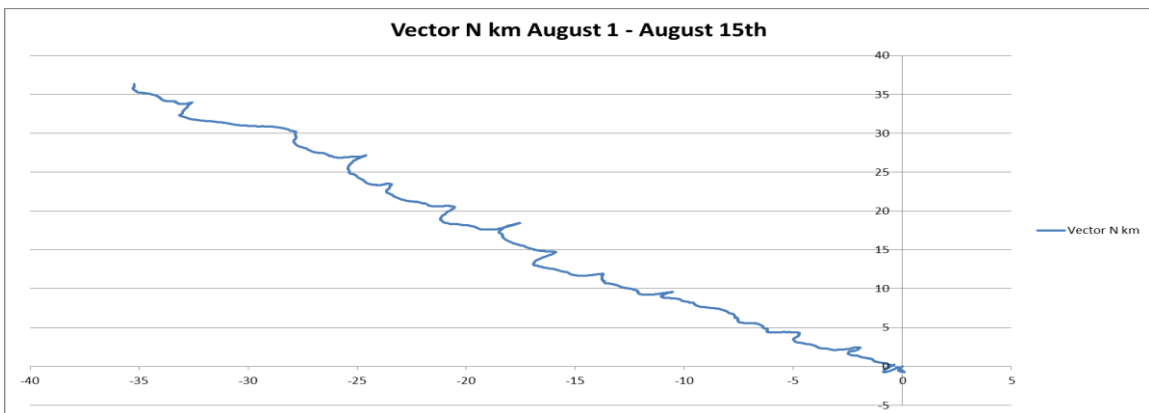


Figura VIII. 42: Vector de corriente Norte para la primera quincena de agosto.

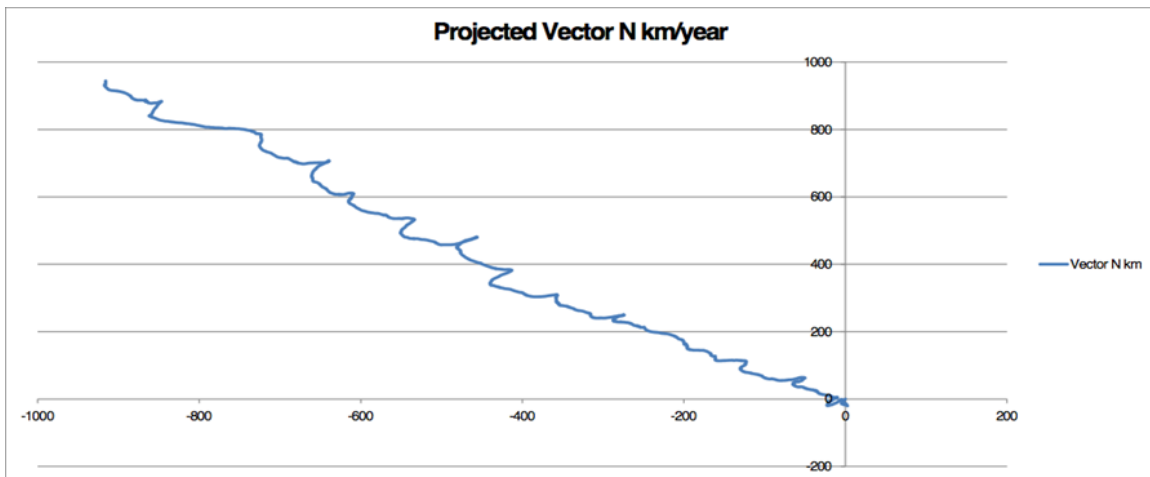


Figura VIII. 43: Flujo de corriente calculado en dirección Norte, agosto 2013.

Anexo 6 Convenio MARPOL

Esta carpeta contiene información sobre el Convenio MARPOL, es vital para la operación del proyecto, debido a que este registrará todas las actividades de control de la contaminación durante todo el proceso de desarrollo del mismo.

Resumen

El Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques o MARPOL 73/78, es un conjunto de normativas internacionales con el objetivo de prevenir la contaminación por los buques. Fue desarrollado por la Organización Marítima Internacional (OMI), organismo especializado de la ONU.

El convenio MARPOL 73/78 (abreviación de polución marina y en los años 1973 y 1978) se aprobó inicialmente en 1973, pero nunca entró en vigor. La matriz principal de la versión actual es la modificación mediante el Protocolo de 1978 y ha sido modificada desde entonces por numerosas correcciones. Entró en vigor el 2 de octubre de 1983. Actualmente 119 países lo han ratificado.

Su objetivo es preservar el ambiente marino mediante la completa eliminación de la polución por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como la minimización de las posibles descargas accidentales. Consta de seis anexos que contienen reglas que abarcan las diversas fuentes de contaminación por los buques:

Anexo I.- Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.

Anexo II.- Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.

Anexo III.- Reglas para prevenir la contaminación por Sustancias Perjudiciales Transportadas por mar en bultos. Se trata de un anexo opcional ya que el transporte de mercancías peligrosas está reglamentado por el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.

Anexo IV.- Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.

Anexo V.- Reglas para prevenir la contaminación por la basura de los buques.

Anexo VI.- Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques. Este anexo entró en vigor el 19 de mayo de 2005.

Anexo 7 Oceanografía física (Bentos)

Esta carpeta contiene información sobre Oceanografía física (comunidades biológicas), Geomorfología del fondo marino (comunidades biológicas) y oceanografía física.

Epifauna

Se identificaron 88 taxones de las 21 muestras analizadas para la epifauna en el área del proyecto. En una de las muestras que se tomaron no se encontró ningún animal de la comunidad epifaunística. Se identificó una media de 27.90 animales por muestra. El número medio de taxones distintos por muestra fue de 5.33.

Los datos referentes a la abundancia fueron agrupados en grupos taxonómicos mayores. La figura siguiente muestra la abundancia y la riqueza específica de estos grupos. Este gráfico refleja que la comunidad epifaunística dominante en el área de estudio fue Annelida (72.87%), seguido por un grupo de especies heterogéneo denominado Miscelánea (16.72%), Crustácea (6.48%), Mollusca (3.92%) y Echinodermata (0%).

El patrón observado en la abundancia se ve reflejado en la riqueza específica, ya que el grupo Annelida fue el dominante en términos de riqueza específica (57.95%), seguido por Mollusca (15.91%), Miscelánea (13.64%) y Crustácea (11.36%). Igual que en la biomasa, el orden Echinodermata (0%) no hace ninguna contribución a la riqueza específica.

Los grupos de Crustácea y Mollusca registraron una abundancia total menor que Miscelánea, debido a que la importancia de estos grupos se incrementa en términos de diversidad, es decir, la representación de Crustacea y Mollusca puede ser baja en cuanto a número de individuos, sin embargo es comparativamente mayor en cuanto al número de taxones.

ABUNDANCIA TOTAL Y A LA RIQUEZA ESPECÍFICA TOTAL

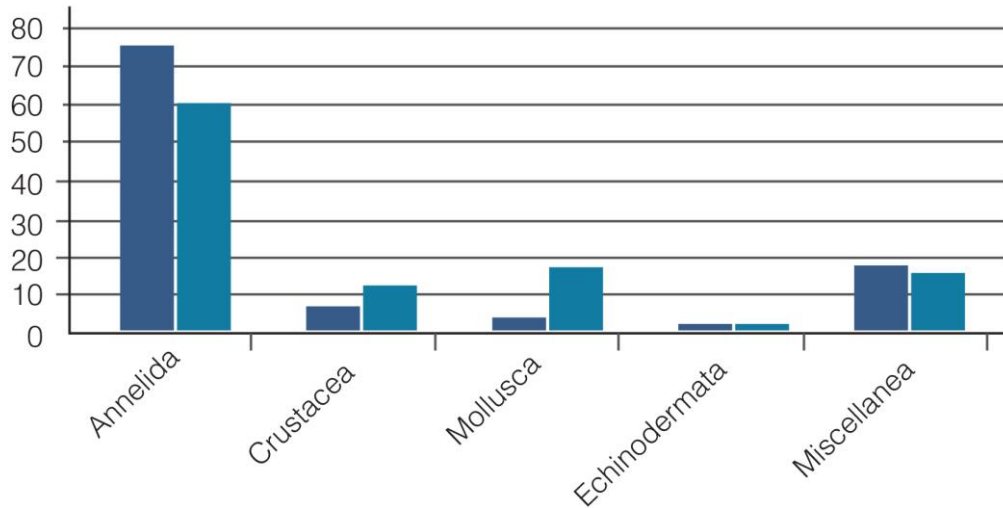


Figura VIII. 44: Contribución relativa de cada grupo taxonómico a la abundancia total y a la riqueza específica total en el área d Don Diego.

Para alcanzar un entendimiento mayor de la composición de la comunidad epifaunística muestreada, cada taxón fue examinado con respecto a la abundancia total. En la figura siguiente, se muestra la abundancia de las 10 especies más frecuentes en esta área. Los taxones identificados representan casi el 65% de los organismos muestreados. En este gráfico se observa que ocho de estos taxones son anélidos, lo que respalda la conclusión expuesta anteriormente. Los otros taxones corresponden a una especie de nematodo y de crustáceo.

Posteriormente se examinó cada muestra para descubrir cuáles son las especies más frecuentes a lo largo del área sondeada y de este modo conocer la extensión de la distribución de las mismas. En la figura 38 se muestran las 10 especies con mayor distribución en el área de interés. Al examinar conjuntamente las figuras VIII. 45 y VIII. 46, se observan diferencias significativas, algunos taxones muy abundantes

presentan una distribución irregular, otros una distribución más amplia pero con una abundancia menor.

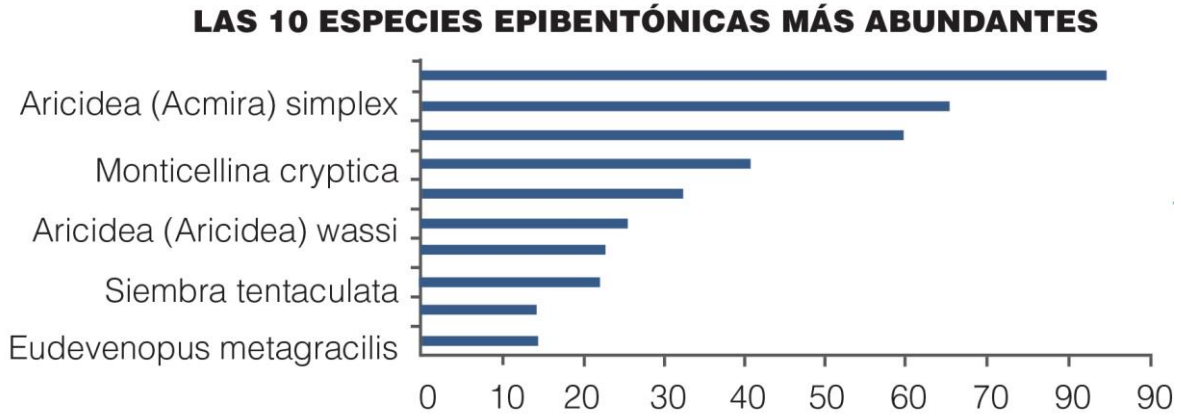


Figura VIII. 45: Abundancia de las 10 especies más frecuentes.



Figura VIII. 46: Frecuencia de los 10 taxones más distribuidos. Los valores representan el número de muestras en las que se citan dichas especies.

Se determinó la abundancia para cada estación de muestreo epibéntico. Estos resultados se muestran en la figura siguiente, donde se observa que la abundancia por muestra varía entre 0 y 511 organismos por estación. La distribución es irregular y no parece presentar ninguna tendencia geográfica. Sin embargo, la mayor

abundancia se distribuye hacia el sur y oeste del área de interés, en contraste con los valores más escasos al norte y este del territorio.

La riqueza específica fue calculada para cada estación de muestreo. Estos resultados se muestran en la figura VIII. 48, donde se observa que la riqueza específica varía entre 0 y 54 taxones por estación. Comparando las figuras VIII.47 y 48 parece haber una fuerte correlación entre las estaciones con mayor abundancia y aquellas con mayor riqueza específica y viceversa.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

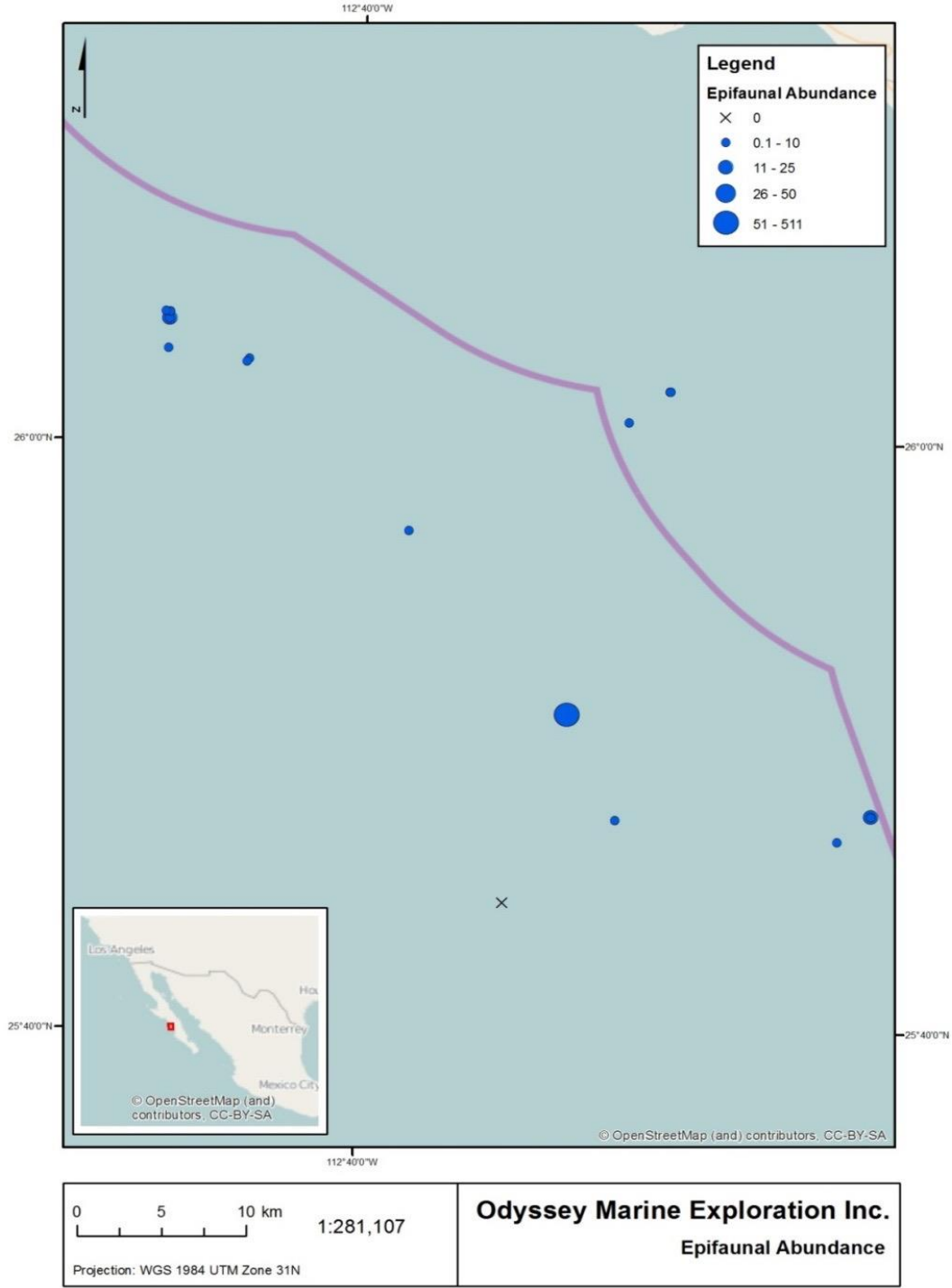


Figura VIII. 47: Abundancia de las estaciones muestreadas del área de estudio.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

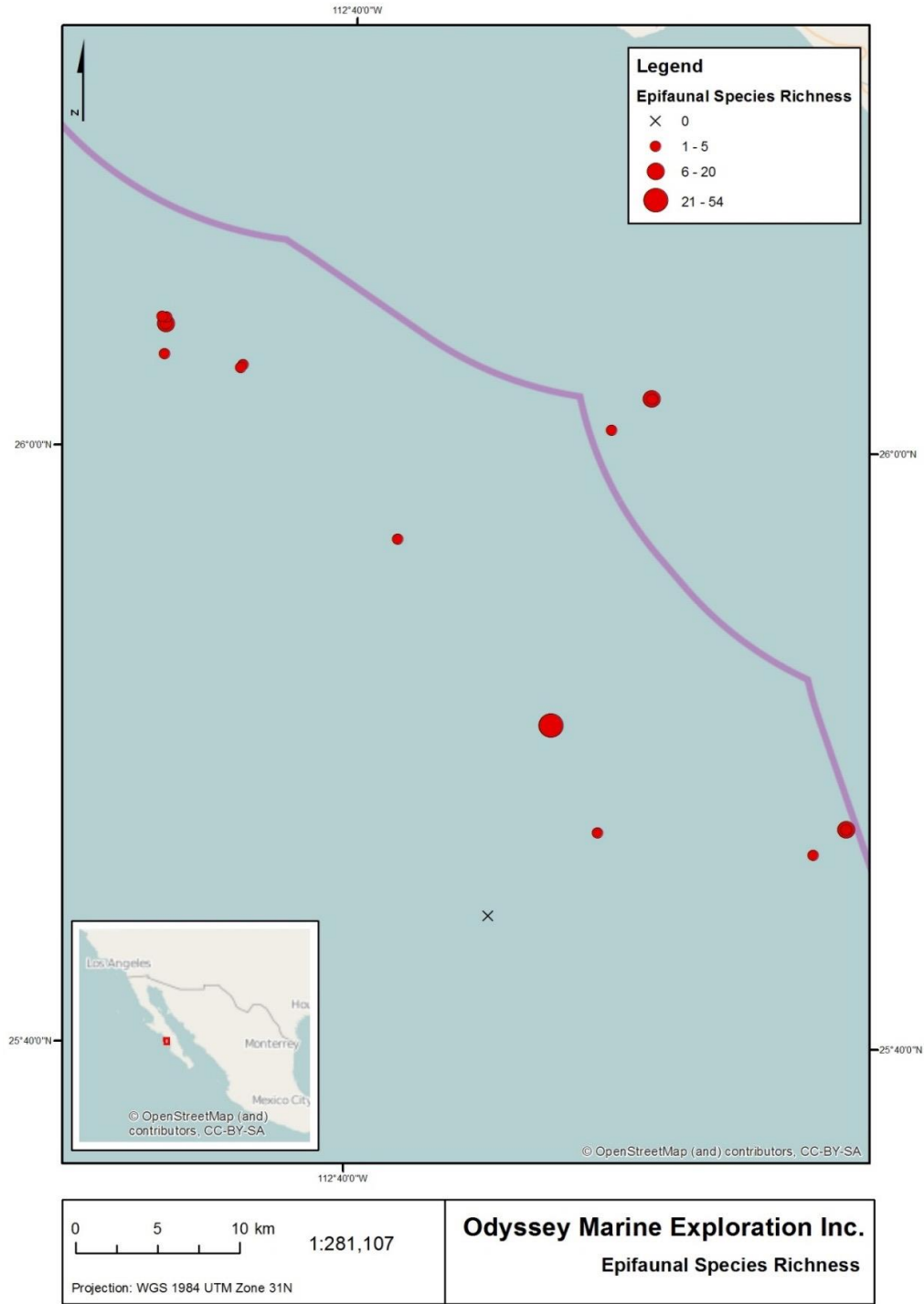


Figura VIII. 48: Riqueza Específica por estación de epifauna a lo largo del área de estudio.

En la técnica de análisis multivariante se identificaron cuatro comunidades epifaunísticas distintas junto a cinco muestras que no pudieron incluirse en ninguno de estos grupos y fueron clasificadas con el nombre de “Otros o Miscelánea”.

El Grupo epifaunístico A, albergaba poblaciones de Paguridae y comprendió dos muestras, una de ellas en el centro del área de estudio y la otra al sur. El Grupo B está conformado por un taxón, la pluma de mar *Pennatulacea* sp., la cual estuvo presente en sólo dos muestras localizadas en la zona más alejada de la línea de costa. El Grupo C está formado por poblaciones de Demospongiae (Porifera) y Ascidiacea, entre otros taxones. Este grupo se registró en cuatro localidades, dos de ellas al norte y las otras dos al sur del área de interés. Cabe mencionar que la abundancia de Alcyonacea explica la similitud identificada en el Grupo epifaunístico D, el cual está presente en siete localidades, la mayoría de ellas ubicadas al norte de la zona de interés.

Anexo 8 Enterramiento de organismos (Bioturbación)

El objetivo de este análisis fue identificar el posible impacto físico de los altos niveles previstos de sedimentación, y sedimentos suspendidos, en los organismos bentónicos que rodean el área de dragado del proyecto. El análisis se basó en una evaluación de sensibilidad comparable aplicada a diferentes especies bentónicas del Reino Unido realizada por MarLIN. Por debajo de 0.05 m/año en los niveles de sedimentación identificados por HR Wallingford, <5% de las especies pueden ser consideradas sensibles a los niveles pronosticados de deposición de sedimentos. Cuando se predicen aumentos de ≤ 5 mg/l en los sedimentos suspendidos, la sensibilidad de los organismos se considera insignificante.

Más específicamente, tres de las cuatro especies identificadas no son consideradas sensibles a la sedimentación y a las plumas de sedimentos suspendidos, de acuerdo a los modelos elaborados para la zona del proyecto. La principal hipótesis que subyace a los pronósticos de

exposición de sedimentos, es que las especies evaluadas son representativas de los tipos de sedimentos que podemos encontrar en Don Diego, demostrando que son resilientes a las tasas de sedimentación predichas.

Anexo 9 Estudio de pluma de dispersión

Esta carpeta contiene información sobre Estudio de pluma de dispersión (Oceanografía Física-Modelo de dispersión de partículas), realizado con el objetivo de simular las posibles plumas de sedimentos que resulten del proceso de dragado, así como cuantificar la magnitud de los incrementos de concentración en sedimentos suspendidos y la deposición resultante de este proceso.

Los resultados del modelado de dispersión de la pluma se presentan de la siguiente manera:

- Una breve descripción de la mezcla de campo cercano a cada liberación.
- Gráficas de los incrementos pronosticados en los sedimentos suspendidos sobre el fondo marino.

Como resultado se obtuvo que las plumas son muy similares durante el periodo de simulación (2 semanas), donde se muestra que las plumas varían de manera significativa con respecto al tiempo promedio. Se presentan las gráficas de incrementos de cerca del lecho, profundidad media y superficie en concentraciones de sedimento suspendido sobre el fondo en el Anexo A del estudio. La concentración de sedimento suspendido (SSC) del fondo es menor a 1mg/l, lo cual es similar al incremento en la concentración pronosticada. Además se obtuvo la posición del área del “sustrato duro”, zona ecológicamente sensible al norte del área de aplicación.

Sedimentación de las gráficas

Se muestra la sedimentación de las fracciones de sedimento fino ($< 63 \mu\text{m}$) y arena ($> 63 \mu\text{m}$) al final del periodo de dos semanas.

Efecto sobre los sedimentos suspendidos

Este estudio muestra que habrá incremento en la concentración de sedimentos suspendidos, resultantes del dragado propuesto y/o actividades de procesamiento. Normalmente, los incrementos mayores a 5 mg/l del fondo marino están limitados a la ubicación de las operaciones, pero en ocasiones pueden extenderse hasta 3.5 km de estos lugares.

Los resultados del modelo de la pluma presentados en este reporte, indican que el incremento en la concentración de sedimentos suspendidos de más de 1 mg/l se producirá a una distancia menor de 4 km , con probabilidad de alcanzar un máximo de 15 km de distancia del lugar del dragado.

Efecto sobre la deposición de sedimentos

Las partículas del tamaño de arena (o mayores) que se liberaran por las actividades de dragado se prevé que tendrán un descenso al fondo del mar en las inmediaciones del dragado y del procesador. Se han hecho estimaciones de la deposición anual de sedimento fino derivado del proceso de extracción, limitado al área del modelo. Se estima que la deposición será de 0.01 m/año (1 cm/año) y se extenderá hasta 7.5 km de la zona de operación, mientras que la deposición de 0.05 m/año (5 cm/año) se estima a 4 km de dicha zona.

Este modelo indica que la deposición anual estimada de sedimentación fuera del área de dragado será de 10-20 kg/m²/año (aproximadamente equivalente a 0.02-0.04 m/año de depósito de sedimento fino).

Es de destacar que se añade en este anexo una adenda sobre el modelo optimizado de dragado con el mínimo impacto, paralelamente, en el anexo 9 se incluye un modelo comparativo de pluma aplicando diferentes tipos de dragado. Es importante destacar, que se ha optado por el modelo de descarga con tubería a 73 metros de profundidad que posee el mínimo impacto. tal y como se comprueba en el documento que evalúa las diferentes opciones de descarga.

Anexo 10 Modelo de sonido

Esta carpeta contiene información sobre el modelado acústico bajo el agua en el área del proyecto.

La interpretación de los resultados del modelo acústico mostró en resumen lo siguiente:

1. No es probable que los niveles de sonido predichos causen daño físico temporal o permanente a cualquiera de las especies consideradas en el estudio de la Bahía de Ulloa (SAR).
2. Las focas del puerto pueden verse afectadas por el sonido, pero sólo en aquellas que se encuentren muy cerca de la draga. La afectación consistiría en que las focas huirán del entorno de la draga.
3. Es poco probable que los leones marinos de California se vean afectados por el sonido de la draga.
4. Es probable que los elefantes marinos del norte muestren una respuesta al sonido de dragado, pero sólo dentro del área donde se esté realizando el dragado , y la respuesta consistiría en que los elefantes se apartaran del entorno de la draga.

5. Es probable que las ballenas grises y ballenas jorobadas muestren una respuesta siempre que se acerquen mucho a la zona de dragado, cabe señalar que las áreas de trabajo se encuentran muy apartadas de las rutas migratorias.
6. Es poco probable que las ballenas azules muestren cualquier respuesta de acuerdo con los criterios utilizados.
7. En todos los casos, se espera que las respuestas conductuales en las áreas descritas anteriormente incluyan reacciones relativamente menores como un individuo que se aleje del área afectada o quizás no haya respuesta conductual.
8. El sonido propagado de las actividades de dragado no alcanzarán las lagunas costeras que utilizan las ballenas grises para parir. Las ballenas grises y ballenas jorobadas que se mueven en el área de la actividad de dragado podrían presentar una respuesta al sonido de la draga de acuerdo con los criterios de Southall. Esto podría incluir alejarse del área del sonido, modificación del comportamiento vocal o respuesta de sobresalto.

Anexo 11 Mapas regionales con batimetría

Se trata de un anexo ilustrativo con el objeto de proporcionar a la autoridad los gráficos y mapas que ilustran el proyecto y el complemento de los diagramas y tablas presentes en los capítulos de la MIA-R.

Los mapas combinan datos de sonda multibeam, sónar y la definición de diferentes áreas como son: concesión, SAR y batimetría.

Anexo 12 Impactos de dragado

Este anexo detalla el análisis específico de los impactos que se derivan de un proceso de dragado. Muchas zonas del fondo marino están sujetas a una variedad de impactos de actividades tales como la pesca, el transporte y los proyectos de infraestructura como la obra civil o los dragados de mantenimiento.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

El impacto en el fondo marino puede solaparse al darse cita varias actividades diferentes en la misma área geográfica o en el tiempo, lo que produce un impacto combinado (sinérgico). En el caso del área del proyecto no procede el análisis de impactos combinados, puesto que la información disponible no nos indica que en el área de trabajo se den otro tipo de actividades de uso del suelo o de la lámina de agua que provoquen este impacto combinado, no obstante, el espíritu del proyecto mantiene esa percepción presente para la evaluación de impactos.

Los impactos que se desarrollan de manera continua pueden dar lugar a un impacto acumulativo, producto de la naturaleza de las actividades. Pasamos a analizar la naturaleza de éstos partiendo de los dos únicos elementos involucrados de manera permanente en el proceso, la draga de tolva (de succión en marcha THSD) y la barcaza de proceso y preparación para el transporte.

La draga de succión en marcha es el tipo de draga que se ha seleccionado para la realización de los trabajos en el área del proyecto, en función a criterios, de ingeniería, técnicos y ambientales expuestos anteriormente. El área de trabajo se encuentra aproximadamente a 40 km al oeste de Baja California Sur en la Bahía de Ulloa.

La larga tradición de empleo de este tipo de dragas y la gestión de las mismas respecto a los criterios ambientales ha sido desarrollada ampliamente en Europa, el promotor ha reconocido esta experiencia acumulada durante años y ha incorporado los estudios de vanguardia y a los especialistas bajo los más altos estándares de exigencia para el presente proyecto.

El propósito del anexo es proporcionar de una manera sucinta, clara y coherente los resultados de estos detallados estudios que fueron diseñados en función a la experiencia de dragado en todo tipo de ambientes sensibles de más de 40 años.

Anexo 13 Impacto por ruido

Este anexo presenta los parámetros acústicos y describe variables para el impacto por ruido en mamíferos marinos.

Anexo 14 Recuperación de recursos biológicos en zonas de dragado

Este anexo detalla las variables y el proceso de recuperación de los recursos biológicos ocasionados por las actividades de dragado.

Anexo 15 Video

Este anexo presenta un video donde se aprecia el barco que se utilizó para hacer los estudios oceanográficos, y el ROV empleado para la toma de muestras y videos de la zona de trabajo. En el video se observa una navegación submarina sobre una de las áreas de trabajo, donde se aprecia la escasa biota sobre las arenas fosfáticas. En la parte superior de la imagen se pueden observar las coordenadas de la navegación del ROV.

VIII.6. Glosario

Ambiente: Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos, que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Capacidad de Carga: estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, de manera tal que no se rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para establecer el equilibrio ecológico.

Daño Ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (ONU, 2003 y 2005) emplea las definiciones clave de **Ecosistema** y de **Servicios que prestan los ecosistemas**, de la siguiente manera:

Ecosistema. Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional. Los seres humanos son parte integral de los ecosistemas. Los ecosistemas presentan diferencias ostensibles de tamaño; una poza pasajera en la hendidura de un árbol y una cuenca oceánica pueden ambas constituir un ecosistema.

Servicios que prestan los ecosistemas. Los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que el medio ambiente, incluyendo el ser humano, obtiene de estos. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos, el agua, energía; servicios de regulación, los ciclos de los nutrientes; y componentes de la biodiversidad, como diversidad, abundancia, etc.

Elemento Natural: Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinados, sin la inducción del hombre.

Hábitat: El sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades en un tiempo determinado.

Impacto Ambiental Acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares, ocasionando por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto Ambiental Sinérgico: Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia de efecto ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto Ambiental Significativo o Relevante: Aquél que resulta de la acción del hombre sobre la naturaleza, y que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto Ambiental Residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Incidencia: Se refiere a la severidad de la alteración.

Severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración y que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.

Magnitud: representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado.

Manifestación de Impacto Ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial, que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Medidas de Prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de Mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Muestreo: El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población o de un hábitat, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podrían enfrentar en el futuro.

VIII.7. Bibliografía

American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation (APHA, AWWA, and WEF). 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington, D.C.: American Public Health Association. 1,496 pp.

Arenas Fuentes V., 2012. Observatorio Marino-Costero del Golfo de México. Universidad Veracruzana, 38 p., Tuxpan Ver.

Atwater, T., 1970, Implications of plate tectonics for the cenozoic tectonic evolution of Western North America. Geol. Soc. of Am. Bol. 81. p.p. 3513-3536.

Aurioles-Gamboa, D.1995. Distribución y abundancia de la langostilla bentónica (*Pleuroncodes planipes*) en la plataforma continental de la costa occidental de Baja California, en *La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento*, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, A.C., pp 59-92

Ávalos Zermeño (1996). Informe de definición del prospecto asignación minera San Juan, Municipio de La Paz, Estado de Baja California Sur. Consejo de Recursos Naturales, Oficina Regional Baja California Sur.

Beal, C.H., 1948, Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, Mexico. Geol. Soc. America, Mem, 31, 138 p.

Benefield, R. L. 1976. Sedimentación de dragado de conchas en las bahías de Galveston y San Antonio 1964-69. *Series técnicas, Departamento de vida salvaje y parques de Texas* **19**, 1-34.

Boyd M. C. 1966, The Benthic and Pelagic Habitats of the Red Crab, *Pleuroncodes planipes*, Institute of Oceanography, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, pp 394- 403

Carlos J. Robinson, Vicente Anislado & Antonio Lopez (2004). The pelagic red crab (*Pleuroncodes planipes*) related to active upwelling sites in the California Current off the west

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

coast of Baja California. In J. Farber-Lorda. "Oceanography of the Eastern Pacific: Volume III". Deep-Sea Research. II 51 (6-9): 753-766.

Cepeda Morales, J. C. A., G. Gaxiola Castro, R. Durazo Arvizu y M. E. De La Cruz Orozco. (2010). Producción primaria modelada, 1998-2006. En: G. Gaxiola-Castro, R. Durazo, Editores, "Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997-2007. Diez años de investigaciones mexicanas de la Corriente de California". Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. ISBN: 978-607-7908-30-2. 349-364 p. (PA: 100295).

CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2004). El impacto producido por la actividad minera en los fondos profundos oceánicos sobre los recursos genéticos y Reglamento para la prospección y exploración de nódulos polimetálicos en la Zona.

Civera, R., Goytortúa, E., Rocha, S., Nolasco, H., Vega-Villasante, F., Balart, E., Amador, E., Ponce, G., Colado, G., Lucero, J., Rodriguez, C., Solano, J., Flores-Tom, A, Monroy, J. Coral, G. 2000. Uso de la langostilla roja *Pleuroncodes planipes* en la nutrición de organismos acuáticos. pp 349-365 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.

CICIMAR-IPN (2010). Estudio de la caracterización socioeconómica y pesquera del área del Golfo de Ulloa, Baja California Sur.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 1994. Cambio en las comunidades marinas: un enfoque a los análisis estadísticos e interpretación. Consulado de Investigación Ambiental Natural.

Clarke, D. G., Homziak, J., Lazor, R., Palermo, M. R., Banks, G. E., Benson, H. A., Johnson, B. H., Smith-Dozier, T., Revelas, G. & Dardeau, M. R. 1990. *Diseño de ingeniería y evaluación ambiental del sobre flujo de material dragado de las barcasas de tolva de llenado hidráulico en la bahía de Mobile en Alabama*. Miscellaneous Paper D-90-4. Vicksburg, MS. Estación de Experimentos de Vías Navegables de Ingeniería del Ejército de E.U.A.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Conner, W. G. & Simon, J. L. 1979. Los efectos del dragado de concha de ostra en una comunidad bentónica estuarina. *Ciencia Marina Estuarina y de la Costa* **9**,749-58.

Connell, J. H. 1978. Diversidad en bosques tropicales y arrecifes corales. *Ciencia* **199**, 1302-10.

Convenio MARPOL y Anexos:

1. Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.
2. Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.
3. Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en bultos.
4. Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.
5. Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación por basuras de los buques.
6. Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques

Guías que derivan del Convenio MARPOL.

- ID520E - MARPOL Consolidated Edition 2011
- IA646S - Equipo de prevención de la contaminación bajo MARPOL, edición en Español de 2006.
- IA557E - Manual on Oil Pollution (Section I) , 2011 Edition
- IB656S - Directrices para la aplicación del MARPOL Anexo V, Ed Español 2012
- I582E - Guideline for Oil Spill Response in Fast Currents, 2013 Edition (Guía para la respuesta a derrames de petróleo en corrientes rápidas).

Courtenay, W. R., Hartig, B. C. & Loisel, G. R. 1972. Monitoreo ecológico de los proyectos de nutrición de dos playas en el condado de Broward, Florida. *Costa y playa* 40(2), 8-13.

Dayton, N.1-1 1921, Geologic reconnaissance in Baja California. *Jour. Geology* v. 29. pp. 720-748.

De Vriend, H.J. and Van Koningsveld, M. (2012) *Building with Nature: Thinking, acting and interacting differently*. EcoShape, Building with Nature, Dordrecht, the Netherlands.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Dickinson, W., 1979, Plate tectonics and the continental margin of California. In Ernest, W.G. (Ed.). The geotectonic development of California (Rubey vol. 1) Prentice Hall, pp, 1-28.

De Groot, S. J. 1979. Una evaluación del impacto ambiental potencial del dragado de arena a gran escala para la creación de islas artificiales en el mar del norte. *Gestión del océano* **5**, 211-32.

De Groot, S. J. 1984. El impacto de la pesca de arrastre en la fauna bentónica del mar del norte. *Gestión del Océano* **9**, 177-90.

De Vriend, H.J. and Van Koningsveld, M. (2012) Building with Nature: Thinking, acting and interacting differently. EcoShape, Building with Nature, Dordrecht, the Netherlands. ISBN. 978-94-6190-957-2.

Desprez, M. 1992. Bilan de dix annees de suivi de l'impact biosedimentaire de l'extraction de graves marins au large de Dieppe. Comparaison avec d'autres sites. Rapport Groupe d'étude des Milieux Estuariens et Littoraux GEMEL. St Valery/Somme. (Citado en el informe del grupo de trabajo sobre los efectos de la extracción marina s Diaz, R. J. 1994. Respuesta de los macrobentos de marea de agua fresca a la perturbación de sedimentos. *Hidrobiología* **278**, 201-12.

Dredging in New Caledonia at a Unesco - IUCN World Heritage Site with Care for Nature 25.

Durazo, R.; Ramírez Manguilar, A., Miranda, L. 2010. Climatología de variables hidrográficas en Gaxiola Castro, G., Durazo, R. Editores. Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California. Diez años de investigaciones mexicanas de la Corriente de California. México: SEMARNAT, INE, CICESE, UABC. pp. 25-57.

Del Monte Luna, P. 2004. Caracterización del centro de actividad biológica del Golfo de Ulloa, B.C.S. bajo un enfoque de modelación ecológica. México: el autor. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas. CICIMAR IPN. 85 p.

Ehrarhdt, N.E. y Ramirez, P. 1982. Evaluación de los recursos demersales accesibles y redes de arrastre de fondo en la Península de Baja California, México durante 1979 y 1980. INP. Serie Científica, 23:10-46

Environmental Factsheet. Chatham. Rock Phosphate. February 2014.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

Emu Ltd. 2004. Marine Aggregate Site Restoration: Strategic Policy Overview. June 2004. Report No 04/J/01/06/0548/0437. Prepared by Emu Ltd on behalf of The British Marine Aggregate Producers Association (BMAPA), The Crown Estate and English Nature, 85 pp.

Espinosa Carreón, L. 2005. Producción primaria en relación a los procesos físicos de mesoescala en la región sur de la corriente de California. México: la autora. Tesis de Doctorado en Ciencias. CICESE. 170p.

Espinosa-Carreón, T. L., P. T. Strub, E. Beier, F. Ocampo-Torres, and G. Gaxiola-Castro. 2004. Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature off Baja California, *J. Geophys. Res.*, 109.

Espinosa-Carreón, T. L., G. Gaxiola-Castro, E. Beier, P. T. Strub, and J. A. Kurczyn. 2012. Effects of mesoscale processes on phytoplankton chlorophyll off Baja California, *J. Geophys. Res.*, 117.

FAO (2007). Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. Boletín fertilizantes y nutrición vegetal. Roma.

Finch, J. W., Pessagno, E. A., Abbott, P. L., 1979, San Hipolito Formation: Triassic marine rocks of the Vizcaino Peninsula. Field guides and papers of Baja.

Gadgil, M & Bossert, W. H. 1970. Consecuencias históricas de vida de la selección natural. *American Naturalist* **104**, 1-24.

Gastil, G., Morgan, G., Krummenacher, D., 1981. The tectonic history of peninsular California, In Ernest, W. G. (Ed.). The geotectonic development of California (Rubey vol. 1) Prentice Hall, pp. 285-305.

Gaxiola-Castro G. y Durazo R., 2010. Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997-2007. Diez años de investigaciones mexicanas de la Corriente de California. SEMARNAT, INE, CICESE Y UABC, 501 p.

Gaxiola Castro, G., et al. (2010). Nutrientes: efectos de procesos locales y de gran escala. En: G. Gaxiola-Castro, R. Durazo, Editores, "Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997-2007. Diez años de investigaciones mexicanas de la Corriente de California". Secretaría

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

de Medio Ambiente y Recursos Naturales. ISBN: 978-607-7908-30-2. 209-226 p. (PA: 100291).

Gaxiola Castro, G., Durazo, R., Lavaniegos, B. Respuesta del ecosistema pelágico a la variabilidad interanual del océano frente a Baja California. 2008. Ciencias Marinas Vol. 34 No. 2. pp 293-270.

González Rodríguez, E. Variabilidad de la productividad primaria en el Golfo de Ulloa, Costa Occidental de Baja California. México: el autor. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas. CICIMAR IPN. 161 p.

González Chávez Gabriel y Arenas Fuentes Virgilio, 2011. El Grupo de los Eufáusidos y su estudio. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Grassle, J. F. & Grassle, J. P. 1974. Historias de vida oportunista y sistemas genéticos en los poliquetos bentónicos marinos. *Periódico de Investigación Marina* **32**, 253-84.

Grassle, J. F. & Sanders, H. L. 1973. Historias de vida y el papel de la perturbación. *Investigación del Mar Profundo* **20**, 643-59.

Grupo Tortuguero de las Californias AC (GTC), Baja California Sur, México, Febrero del 2012. Propuesta integral para la conservación y protección de la tortuga caguama del Pacífico (*Caretta caretta*) dentro de su hábitat crítico de alimentación y desarrollo en Golfo de Ulloa, Baja California Sur.

González-Silvera A. R Millán-Núñez, E Santamaría-del-Angel, O Barocio-León, CC Trees. Absorción de luz y estructura de tamaño del fitoplancton. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Guía ilustrada de Mamíferos Marinos del Golfo de California. Publicación Especial No. 2, Alianza WWF México- Telcel. 192 pp.

Guidelines for the conduct of benthic studies at Marine Aggregate Extracyion Sites (2nd Edition). March 2011. Marine Aggregate Levy Sustainability Fund, 80 pp. ISBN: 978-0-907545-70-5.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

Heim, A., 1922, Notes on the Tertiary of Southern Lower California, geol. Magaz. 59, pp. 529-547.

Holthuijsen, L.H. (2007) Waves in Oceanic and Coastal Waters, Cambridge University Press, 387 p.

Huston, M. 1994. *Diversidad biológica: la coexistencia de las especies en paisajes cambiantes*. Cambridge: Imprenta de la Universidad de Cambridge.

Jeffrey J. Polovina (1), Evan Howell (2), Denise M. Parker (2), and George H. Balazs(2). July 2002. Dive-depth distribution of loggerhead (*Carretta carretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) turtles in the central North Pacific: Might deep longline sets catch fewer turtles.

Johnson, R. G. 1970. Variaciones en la diversidad en comunidades marinas bentónicas. *American Naturalist* **104**, 285-300.

Kinsman, B. (1984) Wind waves: their generation and propagation on the ocean surface, Dover Publications, 704 p.

K. M. Cooper, C. Barrio-Froján, E. C. Defew, W.M.R. Hussin, M. Curtis, J. Bremner, D. Patterson (2011). Dredging Impacts Verified in Relation to Scientific Evidence (DIVERSE). MEPF-MALSF Project 08-P40. Cefas, Lowestoft, 61 pp. ISBN: 978 0 907545 66 8.

Kaplan, E. H., Welker, J. R., Kraus, M. G. & McCourt, S. 1975. Algunos factores que afectan la colonización de los canales de dragado. *Biología Marina* **32**, 193-204.

Kenny, A. J. & Rees, H. L. 1994. Los efectos de la extracción de grava marina en los macrobentos: Recolonización posterior al dragado temprana. *Boletín de Población Marina* **28(7)**, 442-7.

Kenny, A. J. & Rees, H. L. 1996. Los efectos de la extracción de grava marina en los macrobentos: Resultados 2 años posteriores al dragado. *Boletín de Población Marina* **32(8/9)**, 615-22.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

- Lambshead, P. J. D., Platt, H. M. & Shaw, K. M. 1983. La detección de las diferencias entre los grupos de especies bentónicas marinas basadas en la evaluación de la dominancia y diversidad. *Periódico de Historia Natural* **17**, 859-74.
- Limpenny S.E., Barrio Froján, C., Cotterill, C., et. al. 2011. The East Coast Regional Environmental Characterisation. CEFAS Open report 08/04. 287pp.
- Lavaniegos B.E., I. Ambriz Arreola, C.M. Hereu, L.C. Jiménez Pérez, J.L. Cadena Ramírez, P. García García, 2010. Variabilidad estacional e interanual del zooplancton.
- Lozano, F., 1976, Evaluación petrolífera de la península de Baja California, México. Bol. Asoc. Mex. de Geólogos Petroleros, V. XXVII, Nos. 4-6, p.p. 106-303.
- López Ortiz, B. 2010. Componentes biogénicos en sedimentos del margen sur-occidental de la Península de Baja California. México: la autora. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR IPN. 114 p.
- Landsberg, J. H. 2002. The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms. *Reviews in Fisheries Science* 10(2):113-390.
- MacArthur, R. H. 1960. Sobre la abundancia relativa de las especies. *American Naturalist* **94**, 25-36.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1967. *Teoría de la biogeografía de la isla*. Princeton NJ: Imprenta de la Universidad de Princeton.
- Makenzie, D. P. and Morgan, W. J., 1969, Evolution of triple junctions. *Nature*, v. 224, pp. 125-133.
- McGillicuddy D.J., A.R. Robinson, 1997. Eddy-induced nutrient supply and new production in the Sargasso Sea. 1427–1450.
- M.C. Austen, C. Hattam, S. Lowe, S.C. Mangi, K. Richardson (2009) Quantifying and Valuing the impacts of marine aggregate extraction on ecosystem goods and services. September 2009. MEPF 08/P77 MALSF. ISBN: 978-0-9519618-5-8.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Massiris C. (2005). Fundamentos conceptuales y metodológicos del Ordenamiento Territorial. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja, 115 pp.

Maragos, J. E. 1979. *Sondeos ambientales cinco años después de las operaciones de minería de arena marina costa afuera en la Bahía de Keauhou, Hawai*. Informe Internacional de la División de Ingeniería del Ejército de E.U.A, Océano Pacífico, Fort Shafter, HI.

Marine Ecological Surveys Ltd. 2014. Informe Ecológico Marino del 2014. Informe No. DONDIEG1214.

McCauley, J. E., Parr, R. A. & Hancock, D. R. 1977. Infauna bentónica y dragado de mantenimiento: un estudio de caso. *Investigación del Agua* **11**, 233-42.

Mina, F., 1956, Bosquejo geológico de la parte sur de la península de Baja California, Excursión A-1 del XX Congreso Geológico Internacional, México, p.p. 11-42.

Morán, D. (1980) Geología de la República Mexicana. INEGI, 86 p.

Methods to Minimize Dredging Impacts on Sea Turtles. Dena Dickerson. ERDC, Environmental Lab. U.S. Army Corps of Engineers. Vickburg, Mississippi.

Newell, R. C. & Seiderer, L. J. 1997c. Ecología bentónica de las áreas de dragado autorizadas en West Varne 432/1 y 432/2. Informe preparado para Oakwood Environmental por los Sondeos Ecológicos Marinos. Informe Ref SCS/432/1.

Newell, R. C. & Seiderer, L. J. 1997d. Influencia de la granulometría del sedimento en la composición de la comunidad bentónica. Informe preparado por Oakwood Environmental por Sondeos Ecológicos Marinos.

Newell, R.C., Seiderer, L.J. & Hitchcock, D.R. 1998. El impacto de los trabajos de dragado en aguas de la costa: una revisión de la sensibilidad a la perturbación y recuperación subsecuente de los recursos biológicos en el lecho marino. *Oceanografía y Biología Marina: Una revisión anual*. **36**: 127-178.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

- Newell, R.C. and Woodcock, T.A. 2013. Aggregate Dredging and the Marine Environment: An overview of recent research and current industry practice. The Crown Estate, 165 pp. ISBN: 978-1-906410-41-4.
- Núñez Escobar (2005). Minerales para la Agricultura en Latinoamérica. Argentina Capítulo III, Fosfatos en México. Pág. 164-176.
- Osman, R. W. 1977. El establecimiento y desarrollo de la comunidad de epifauna marina. *Ecological Monographs*. **47**, 37-63.
- Pagliai, A. M. B., Varriale, A. M. C., Crema, R., Galletti, M. C. & Zunarelli, R. V. 1985. Impacto ambiental del dragado extensivo en el área marina de la costa. *Boletín de Población Marina* **16**(12), 483-8.
- Patterson, D. L., 1979, The Valle Formation: Physical stratigraphy and depositional model, southern Vizcaino Peninsula, Baja California Sur, Field guides and papers of Baja California. Geol. Soc, America Annual Meeting in San Diego. pp. 73-76.
- Pearce, B. 2008. The significance of benthic communities for higher of the marine food-web at aggregate dredge sites using the ecosystem approach. Marine Ecological Surveys Limited, 24a Monmouth Place, BATH, BA1 2AY 70pp. ISBN: 978-0-9506920-5-0-
- Pearson, T. H. & Rosenberg, R. 1978. Sucesión macro bentónica en relación con el enriquecimiento orgánico y población del ambiente. *Oceanografía y Biología Marina: una Revisión Anual* **16**, 229-311.
- Pfitzerneyer, H. T. 1970. *Efectos brutos físicos y biológicos del desecho de residuos por la borda en la Bahía Chesapeake Superior*. N.R.1 Informe especial No. 3 26-35. Laboratorio Biológico de Chesapeake, Solomons, Maryland. Contr. No. 397.
- Phillips, O.M. (1977) The dynamics of the upper ocean (2nd ed.), Cambridge University Press, 336 p.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte. Parte II Análisis de Aptitud Sector Pesca.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Rangin, F., 1978, Consideraciones sobre el Paleozoico sonorense. Resúmenes del Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Minero del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora. Instituto de Geología, UNAM, p.p. 35-56.

R.C.Newell & HR Wallingford. 17th February 2014

Rodríguez Ramírez Mauricio et al. (2010). Estudio sobre la caracterización socioeconómica y pesquera del área del Golfo de Ulloa, Baja California Sur, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN). La Paz, Baja California Sur, México.

Sánchez-Pérez E. D, E Millán-Núñez. Fitogeografía a partir de las curvas espectrales del coeficiente de absorción de luz. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Sánchez A., B.E. López-Ortiz, S. Aguíñiga-García, E. Balart, 2013. Distribution and composition of organic matter in sediments of the oxygen minimum zone of the Northeastern Mexican Pacific: paleoceanographic implications. *J. Iber. Geol.*, 39 (1) 2013: 111-120.

Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles

S. Hoyt Peckham(1,2), David Maldonado Diaz(2), Andreas Walli(3), Georgita Ruiz(4), Larry B. Crowder(5), and Wallace J. Nichols(6)

(1) Dept of Ecology and Evolutionary Biology University of California at Santa Cruz, Santa Cruz, CA 95060 USA

(2)Grupo Tortuguero A.C., La Paz, Baja California Sur, CP 23060, México

(3)Dept of Ocean Sciences, University of California at Santa Cruz, California 95060 USA

(4)Grupo Tortuguero A.C., Distrito Federal, CP 11910, México

(5)Center for Marine Conservation, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Beaufort, NC 28516 USA

(6) California Academy of Sciences, Davenport, CA 95017 USA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto "Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego"

SGM (2011). Programa Minero del Estado de Baja California Sur. Servicio Geológico Minero.

Taras K. Antal T., P.S. Venediktov, D.N. Matorin, M. Ostrowska, B. Woźniak, A.B. Rubin, 2001. Measurement of phytoplankton photosynthesis rate using a pump-and-probe fluorometer. *Oceanologia*, 43(3):291-313.

Taylor, P. M. & Saloman, C. H. 1968. Algunos efectos del dragado y desarrollo de la costa en la Bahía de Boca Ciega, Florida. *Boletín de Pesca, Servicios de Pesca y Vida salvaje de Estados Unidos* 67(2), 213-41.

U.S. Army Corps of Engineers, 1974. *Borrador de la declaración ambiental- Dragado de la concha de la ostra en las Bahías de Tampa y Hillsborough, Florida, E.U.A.* Departamento de Ingeniería del Ejército, Jacksonville, Florida.

Utermöhl, H. 1931. Neue Wege in der Quantitativen Erfassung des Planktons. *International Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, Verhandlungen* 5:567-596.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der Quantitativen Phytoplankton Methodik. *International Vereinigung für Theoretische*.

van Moorsel, G. W. N. M. 1994. Recuperación a largo plazo de la geomorfología y desarrollo de población de los moluscos grandes después de la extracción de grava en Klaverbanck (Mar del Norte). *Rapport Bureau Waardenburg bv, Culemborg, The Netherlands*.

Vedder, Tracy (March 3, 2011). "Chinese mafia rakes in millions from 'Puget Sound gold'". KOMOnews.com. Retrieved 8 August 2013.

Ware S.J. and Kenny A.J. 2011. Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition). Marine Aggregate Levy Sustainability Fund/ 80 pp. ISBN: 978 0 907545 70 5.

Warwick, R. M. 1986. Un Nuevo método para detectar la contaminación en las comunidades macro bentónicas. *Biología Marina* 92, 557-62.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
para el proyecto “Dragado de arenas fosfáticas negras en el yacimiento Don Diego”

Warwick, R. M., Pearson, T. H. & Ruswahyuni 1987. Detección de los efectos de contaminación en los macro bentos marinos: evaluación del método de abundancia/biomasa de las especies. *Biología Marina* **95**, 193-200

Welch, Craig, 2012. NW geoducks fetch top dollar in China, and as prices soar, so do concerns about illegal harvesting in Puget Sound, Seattle Times, April 22, 2012, pp 1 & 10.

Whittaker, R. H. & Levin, S. A. 1977. El papel del fenómeno del mosaico en las comunidades naturales. *Biología de la Población Teórica* 12, 117-39.

Wright, D. G. (Coordinador) 1977. Islas artificiales en el mar de Beaufort. Una revisión de los posibles impactos. Departamento de Pesca y Medio Ambiente. Winnipeg, Manitoba. Sept 1977.

Würtz M. (ed.) (2012). Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance. Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN. 216 pages.

PARA CONSULTAR LOS
ANEXOS DE ESTE
ESTUDIO FAVOR DE DAR
CLIC EN EL SIGUIENTE
VINCULO

<http://apps1.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/anexos/ANEXOS-03BS2015M0008.ZIP>