

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

I.1 Datos generales del Proyecto

El proyecto 286 CCI Baja California Sur V consiste en construir y operar una central generadora de energía eléctrica de combustión interna en el sitio denominado "San Francisco", que se ubica en el municipio de La Paz, en el estado de Baja California Sur, en el km 6,5 km del Libramiento Norte "Santiago Ocegüera Gutiérrez" al noroeste de la ciudad de La Paz.

En este mismo sitio, actualmente se encuentran en operación la CCI Baja California Sur con tres unidades en operación; además de la 235 CCI Baja California Sur IV, que se encuentra en proceso de construcción. Para el proyecto 286 CCI Baja California Sur V se consideró su instalación, en un terreno aledaño a estas Centrales para aprovechar al máximo la infraestructura ya instalada.

I.1.1 Nombre del Proyecto

286 CCI Baja California Sur V.

I.1.2 Ubicación del proyecto

La Central de Combustión Interna 286 CCI Baja California Sur V se localizará en el km 6,6 del Libramiento Norte "Santiago Ocegüera Gutiérrez" S/N, sitio "San Francisco de Asís" C. P. 23000, La Paz, Baja California Sur

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

La vida útil de la 286 CCI Baja California Sur V se estima en 30 años, a este tiempo habrá que adicionar aproximadamente 24 meses que se requerirán para la construcción de la Central, por lo que la duración del Proyecto es de 32 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

El predio del Proyecto en la actualidad es propiedad de la **Comisión Federal de Electricidad** como lo demuestra la escritura en el **Anexo 1**.

I.2 Datos generales del Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Comisión Federal de Electricidad. En el **Anexo 1** se incluye copia simple del Acta Constitutiva de la Empresa.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Lic Ricardo Izeta Gutiérrez.

I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC.

1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

M.C. Federico Salinas Zavala.

I.3.5. Responsiva ante la autoridad ambiental

LOS ABAJO FIRMANTES, BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO “**286 CCI BAJA CALIFORNIA SUR V**” BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA, Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

PROMOVENTE O REPRESENTANTE LEGAL	
NOMBRE:	LIC RICARDO IZETA GUTIÉRREZ.
CARGO:	REPRESENTANTE LEGAL
FIRMA	

CONSULTOR	
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, SC
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO:	
CARGO:	
CEDULA PROFESIONAL:	
FIRMA	

II. DESCRIPCIÓN DEL LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

II.1 Información general del proyecto 286 CCI Baja California Sur V.

II.1.1 Naturaleza del proyecto 286 CCI Baja California Sur V.

La atención oportuna de la demanda de energía eléctrica a nivel nacional, se lleva a cabo mediante la elaboración de un estudio del mercado eléctrico que se actualiza año con año y que tiene un horizonte de planeación de quince años. Dicho estudio es elaborado por la Subdirección de Programación de la Comisión Federal de Electricidad y se le conoce como Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) el cual analiza el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) dividiéndolo en 8 grandes áreas de demanda y producción de energía eléctrica.

El estado de Baja California Sur forma un área de demanda aislada de resto del SEN, ya que actualmente no es factible que intercambie energía eléctrica con otras Áreas del SEN. Adicionalmente, el estado de Baja California Sur solo tiene dos sitios habilitados para la recepción de combustibles (Pichilingue en La Paz y Puerto San Carlos en Comondú), lo que limita las posibilidades de Sitios Viables para la generación de energía eléctrica, ya que estos sitios deberán estar cerca de la fuente de suministro de combustible y cerca de los polos de demanda de energía eléctrica.

Otra singularidad del estado de Baja California Sur es que la tasa de incremento media anual de la Demanda de Energía de Eléctrica es de 6,4%, lo que es significativamente superior a la tasa de incremento media anual de la Demanda de Energía de Eléctrica de la media nacional que es de 3,8%, lo que ha implicado la construcción de una central generadora de energía eléctrica cada dos años.

El objetivo principal del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V es contribuir a satisfacer la creciente demanda de energía del Área Baja California Sur, la cual es un factor básico para permitir el desarrollo de los servicios de turismo, comercio e industria en la región.

La 286 CCI Baja California Sur V, será construida y operada mediante un esquema financiero bajo la modalidad de proyecto de “Obra Pública Financiada” (OPF), lo que significa que la Central será diseñada, construida y financiada por un Contratista y entregada a CFE a partir de la Fecha de Aceptación Provisional.

Este proyecto 286 CCI Baja California Sur V ha sido previsto dentro del Programa de Obras

e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026 y será una ampliación de la central CCI Baja California Sur compuesta por tres unidades generadoras en operación (3U x 43 MW) y por la 235 CCI Baja California Sur IV que entrará en operación a principios de 2014 (43 MW).

La CCI Baja California Sur se integra en la actualidad de 3 unidades generadoras de electricidad de 43 MW de capacidad c/u. Cada unidad tiene su autorización en materia de impacto y riesgo ambiental respectiva y en su momento se les identificó con los nombres siguientes:

- a) 48 CCI Baja California Sur I
- b) 107 CCI Baja California Sur II
- c) 236 CCI Baja California Sur III.

También el proyecto 235 CCI Baja California Sur IV, que tiene su autorización en materia de impacto y riesgo ambiental respectiva, se construye aledaño y se integrará a la CCI Baja California Sur.

La central 286 CCI Baja California Sur V se construirá en un predio aledaño y en batería al que ocupa actualmente la CCI Baja California Sur (**Figura II.1**). La 286 CCI Baja California Sur V tendrá una capacidad bruta total de 43 MW a condiciones de diseño de verano y utilizará como combustible principal combustóleo o una mezcla compuesta por combustóleo (en su mayor parte) y Diesel. El abastecimiento de combustóleo será mediante el combustoleoducto actualmente en servicio para la CCI Baja California Sur, el Diesel será abastecido mediante carros tanque. También se requerirá agua destilada para los servicios de la central: sistema contra incendio y servicios generales, y agua desmineralizada para repuesto al ciclo y circuitos cerrados de agua de enfriamiento que se obtiene a partir de agua destilada mediante una planta de tratamiento de agua por electrodeionización. El suministro de agua destilada es mediante uso de equipos evaporadores tipo compresión mecánica ya existentes y transportada a través de un acueducto el cual también ya existe. La construcción y operación de la 286 CCI Baja California Sur V se justifica debido a que satisfará parte de la creciente demanda de energía en el región denominada Baja California Sur, siendo factor detonante para el desarrollo de los servicios de turismo, comercio e industria en la región. Por lo anterior, la ubicación del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V es estratégica ya que utiliza infraestructura y servicios ya existentes, obedeciendo a criterios de planeación que buscan la optimización de los costos y beneficios para el Sector Eléctrico Nacional y la región.

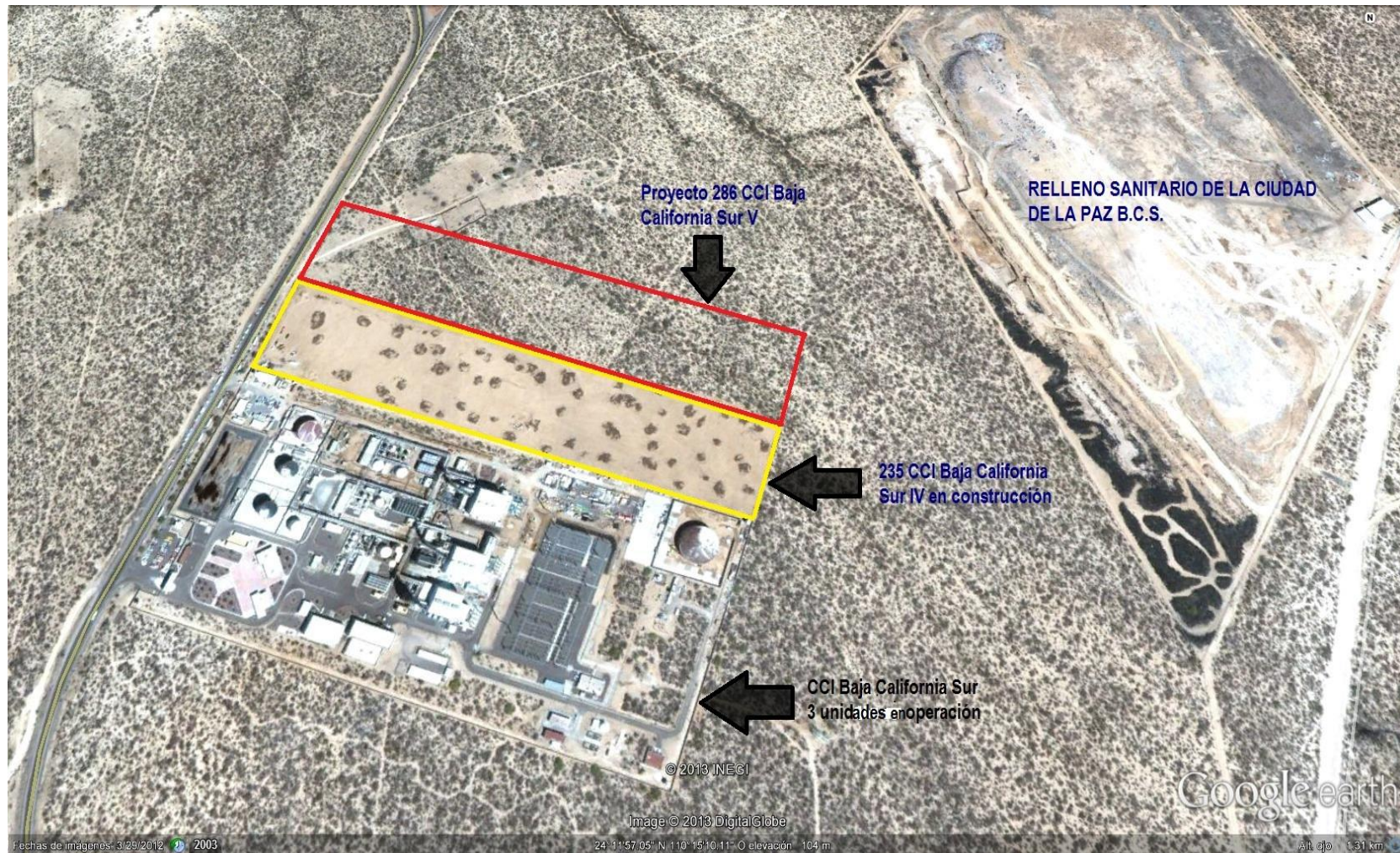


Figura II.1. Predio donde se pretende construir la 286 CCI Baja California Sur V.

II.1.2 Justificación.

Actualmente, la CFE tiene en proyecto la instalación de la 286 CCI Baja California Sur V, dicha central se ha programado en un predio aledaño a la central CCI Baja California Sur en el municipio de La Paz (**Figura II.1, Plano 1 y Plano 2, del Anexo 2**).

Las razones por las cuales se ha decidido llevar a cabo el proyecto 286 CCI Baja California Sur V en el sitio arriba señalado son las siguientes:

Técnicas: Se cuenta con la infraestructura requerida, el sitio dispone del acueducto que facilita el suministro de agua, se dispone de un combustoleoducto que facilita el abastecimiento de combustible, se tiene la interconexión al Sistema Baja California Sur mediante la Subestación Coromuel y se tienen las líneas de transmisión respectivas.

Dentro de los factores técnicos el más sobresaliente es el suministro de combustible, así como, el abastecimiento de agua para el recuperador de calor y servicios generales de la nueva Central considerando un sistema de enfriamiento seco.

La fuente de abastecimiento de combustóleo será a través del combustoleoducto, que actualmente se encuentra operando y que parte desde la terminal de recepción de combustible PEMEX-Refinación, localizada en Punta Prieta, Baja California Sur.

La fuente de suministro de agua será agua de mar, tratada mediante evaporadores ya existentes en la CT Punta Prieta. El agua ya desalada será llevada mediante el acueducto existente.

Económicas: Dadas todas las facilidades arriba mencionadas, los costos de inversión y de generación de la electricidad serán los más bajos comparados con cualquier otro sitio alternativo, al cual habrá que construir, al menos, toda la infraestructura arriba señalada (acueducto, combustoleoducto, subestación y líneas de transmisión) en lugares más lejanos, ya que además se ubica cercana a uno de los principales polos de demanda (ciudad de La Paz) para el servicio eléctrico en la zona.

Ambientales: De manera similar, dado que se aprovechan todas las facilidades arriba mencionadas, la magnitud del impacto ambiental por la construcción y operación del proyecto será el menor posible comparado con la magnitud del impacto que se generará en cualquier otro sitio alternativo, al cual habrá que construir, al menos, toda la infraestructura arriba señalada. Lo anterior se demostrara de manera más amplia en las secciones

siguientes del presente estudio.

Es importante señalar que el sitio se encuentra fuera de cualquier Área Natural Protegida, además de que la instalación de la central no se opone a los planes de desarrollo de la Región.

Sociales y Legales: El predio seleccionado es propiedad privada y CFE cuenta con el título de propiedad respectivo (**Anexo 1**), además de que se encuentra ubicado en una área designada por el municipio de La Paz como de equipamiento.

En la selección del sitio se tomo en cuenta las políticas de desarrollo municipal y estatal, además de el comportamiento de la demanda para el abastecimiento del servicio eléctrico para todo el Estado de Baja California Sur.

De acuerdo a los aspectos mencionados, el predio aledaño a la actual CCI Baja California Sur, se considera como el idóneo para la ubicación de la 286 CCI Baja California Sur V.

Lo anterior debido a que cualquier otro sitio alternativo no podría ofrecer las facilidades de infraestructura ya existentes y desarrollarlas en otro sitio, ocasionaría mayores impactos ambientales por tratarse de áreas sin uso de suelo industrial.

II.1.3 Ubicación física.

El predio de donde se pretende la construcción de la 286 CCI Baja California Sur V, se ubica en el municipio de La Paz, en el estado de Baja California Sur, específicamente en el kilómetro 6,5 del libramiento norte “Santiago Ocegüera Gutiérrez”, al noreste de la Ciudad de la Paz. Las coordenadas del predio son las que se indican en la **Tabla II.1** y que se aprecian en el **Plano 2** del **Anexo 2**. La distribución de los equipos se aprecia en el arreglo de planta indicado en el **Plano 3** del **Anexo 2**.

Tabla II.1. Coordenadas de la poligonal del predio de la 286 CCI Baja California Sur V.

Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	UTM Zona 12	
EST	PV				Y	X
				51	2, 676, 574, 1350	576, 002, 8862
51	50	N 71° 10' 14.50" W	640,000	50	2, 676, 780, 6949	575, 397, 1362
50	28	S 18° 49' 45.42" W	89,000	28	2, 676, 696, 4578	575, 368, 4115
28	29	N 71° 10' 14.49" W	640,000	29	2, 676, 489, 8979	575, 974, 1614
29	51	N 18° 49' 45.64" W	89,000	51	2, 676, 574, 1350	576, 002, 8862
C.C. 1-01-050-0016 SUP.=5-69-60.001 ha						

II.1.4 Inversión requerida

En la **Tabla II.2** se presentan los costos de inversión para realizar la construcción de la 286 CCI Baja California Sur V, así como los costos de las medidas de mitigación de impactos ambientales. Los costos de inversión y operación en términos de pesos por MW-H generado se describen en la **Tabla II.3**.

Esta información proviene de la Subdirección de Programación de CFE, quien emitió el documento "Análisis costo-beneficio del proyecto 286 CCI Baja California Sur V".

Tabla II.2. Costos de construcción y de las medidas de mitigación de impactos ambientales.

Costo	Pesos M. N.	U.S. Dollar
Costo total del Proyecto.	\$1258 380 800,00	\$ 98 311 000,00
Costo de medidas de prevención y mitigación de impactos.	89 600 000,00\$	\$ 7 000 000,00

Se considera una paridad de 12.80 pesos por USD, vigente al 04 de marzo de 2013 (SHCP- SAT).
Los costos de las medidas de mitigación incluyen el monitoreo y control de emisiones a la atmósfera.

Tabla II.3. Costos Nivelados de la 286 CCI Baja California Sur V, expresados en Dólares por MW-H.

Costo de inversión	Costo de combustible	Costo de operación	Costo total
34,83	79,32	25,75	139,90

Importe total = Inversión + Costos de operación + Costos de Combustibles.

Fuentes de financiamiento:

El proyecto 286 CCI Baja California Sur V se considera como modalidad de financiamiento el

esquema Obra Pública Financiada (OPF). Bajo este esquema, la empresa privada a la que se adjudique la licitación es responsable de llevar a cabo todas las acciones necesarias para la construcción de las obras y recibirá el pago por las mismas, una vez que hayan sido concluidas y entregadas a satisfacción de CFE, en los términos del contrato respectivo. Por su parte, CFE tiene la responsabilidad de obtener el financiamiento de largo plazo, mediante el cual se cubrirá el pago a la empresa adjudicataria una vez concluidas y entregadas las obras. Se analizaron tres escenarios alternativos de financiamiento, producto de la experiencia adquirida por CFE y la situación actual para mercados financieros. El escenario base descrito a continuación se considera como el de mayor posibilidad de concretarse, por lo que con esas condiciones se estimaron los pagos financieros. Las condiciones de financiamiento consideran una emisión en el mercado de capitales. Las comisiones por estructuración se aplican sobre el 100% del monto a financiar y se considera pagadera en la fecha de aceptación de las obras.

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.

II.2.1 Programa de trabajo.

Programa general de trabajo En la **Tabla II.4** se presenta el programa de actividades para el proyecto de la 286 CCI Baja California Sur V.

Tabla II.4. Programa general de actividades del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V.

Actividad	Tiempo años					
	2013	2014	2015	2016 a 2045	2046	2047
Publicación de Convocatoria.						
Recepción de propuestas.						
Fallo.						
Firma del contrato.						
Fecha programada de inicio.						
Cierre financiero.						
Preparación del sitio.						
Construcción.						
Pruebas y puesta en servicio.						
Operación y Mantenimiento.						
Abandono del sitio.						

El periodo de licitación tiene una duración aproximada de siete meses, inicia con la publicación de la convocatoria y termina con el fallo del concurso.

El cierre financiero inicia con la firma del contrato y termina en el inicio de construcción, teniendo una duración de aproximadamente un mes.

Las etapas de preparación de sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio, tienen una duración aproximada de 24 meses.

La operación comercial del Proyecto está programada para abril de 2015 y la Central tendrá una vida útil de al menos 30 años. Terminado este periodo, y dependiendo de las condiciones del mercado y tecnologías disponibles, se decidirá si se moderniza dicha central (aspecto más probable) o se procede al abandono.

II.2.2 Representación gráfica regional

En la **Figura II.2** se muestra la ubicación geográficamente del proyecto 286 CCI Baja California Sur V, en el contexto de la región.

II.2.3 Representación gráfica local

En la **Figura II.3**, se presenta gráficamente el conjunto de obras a realizar del proyecto 286 CCI Baja California Sur V, en un contexto local.

Tabla II.5. Programa de trabajo para la Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividades	M e s e s																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25-27		
Rescate de Flora y Fauna																											
Desmonte y Despalme																											
Preparación del sitio																											
Inicio de construcción																											
Cimentaciones																											
INGENIERÍA																											
Ingeniería General																											
Ingeniería Mecánica																											
Ingeniería Eléctrica																											
Instrumentación y Control																											
Diseño de Planta																											
Civiles y estructurales																											
Protección Ambiental																											
OBRA CIVIL																											
MOTOR																											
Fabricación y Ensayos Fabrica																											
Embalaje FOB y transporte																											
Montaje y Pruebas																											
GENERADOR																											
Fabricación y ensayos Fabrica																											
Embalaje FOB y Transporte																											
Montaje y Pruebas																											
TRANSFORMADOR DE POTENCIA																											
Fabricación																											
Montaje y Pruebas																											
SUBESTACIÓN																											
Fabricación																											
Montaje y Pruebas																											
EQUIPOS ELÉCTRICOS																											
Fabricación																											
Montaje y Pruebas																											
RECUPERADORES DE CALOR																											
Fabricación																											
Montaje y Pruebas																											
EQUIPOS MECÁNICOS																											
Fabricación																											
Montaje y Pruebas																											
SINCRONIZACIÓN UNIDADES																											
PRUEBAS DE OPERACIÓN																											
PRUEBAS DE DESEMPEÑO																											
OPERACIÓN COMERCIAL																											

Tabla II.6. Programa de trabajo para la Operación y Mantenimiento.

Actividades Principales		AÑO 1									AÑO 2											AÑO 3			
		AB	MA	JU	JL	AG	SE	OC	NO	DI	EN	FE	MR	AB	MA	JU	JL	AG	SE	OC	NO	DI	EN	FE	MR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	OPERACIÓN DE LA CENTRAL																								
2		EL PROGRAMA DE OPERACIÓN FUNCIONA DURANTE LA VIDA ÚTIL, QUE ES DE 25 AÑOS, DE LA CENTRAL Y ÉSTE ESTA SUPEDITADO A LOS REQUERIMIENTOS QUE INDIQUE EL CENACE (CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA) TANTO PARA LA OPERACIÓN COMO PARA EL MANTENIMIENTO																							
3																									
4	MANTENIMIENTO																								
5	MANTENIMIENTO PREVENTIVO																								
6	MANTENIMIENTO CORRECTIVO																								
7																									
8		EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SE DESARROLLA DURANTE LA VIDA ÚTIL, QUE ES DE 25 AÑOS, DE LA CENTRAL SE TIENE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y OTRO QUE ES CORRECTIVO, AÚN QUE ÉSTE SE APLICA CUANDO SE REQUIERE																							

Tabla II.7. Programa de trabajo para el posible Abandono del Sitio.

Actividades Principales		AÑO 1									AÑO 2											AÑO 3											
		AB	MA	JU	JL	AG	SE	OC	NO	DI	EN	FE	MR	AB	MA	JU	JL	AG	SE	OC	NO	DI	EN	FE									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22 23	24									
1	Desmantelamiento de equipo																																
2	Desarmado de Estructura																																
3	Demolición de Edificios																																
4	Limpieza y acondicionamiento del predio																																
5	Restauración de suelos																																

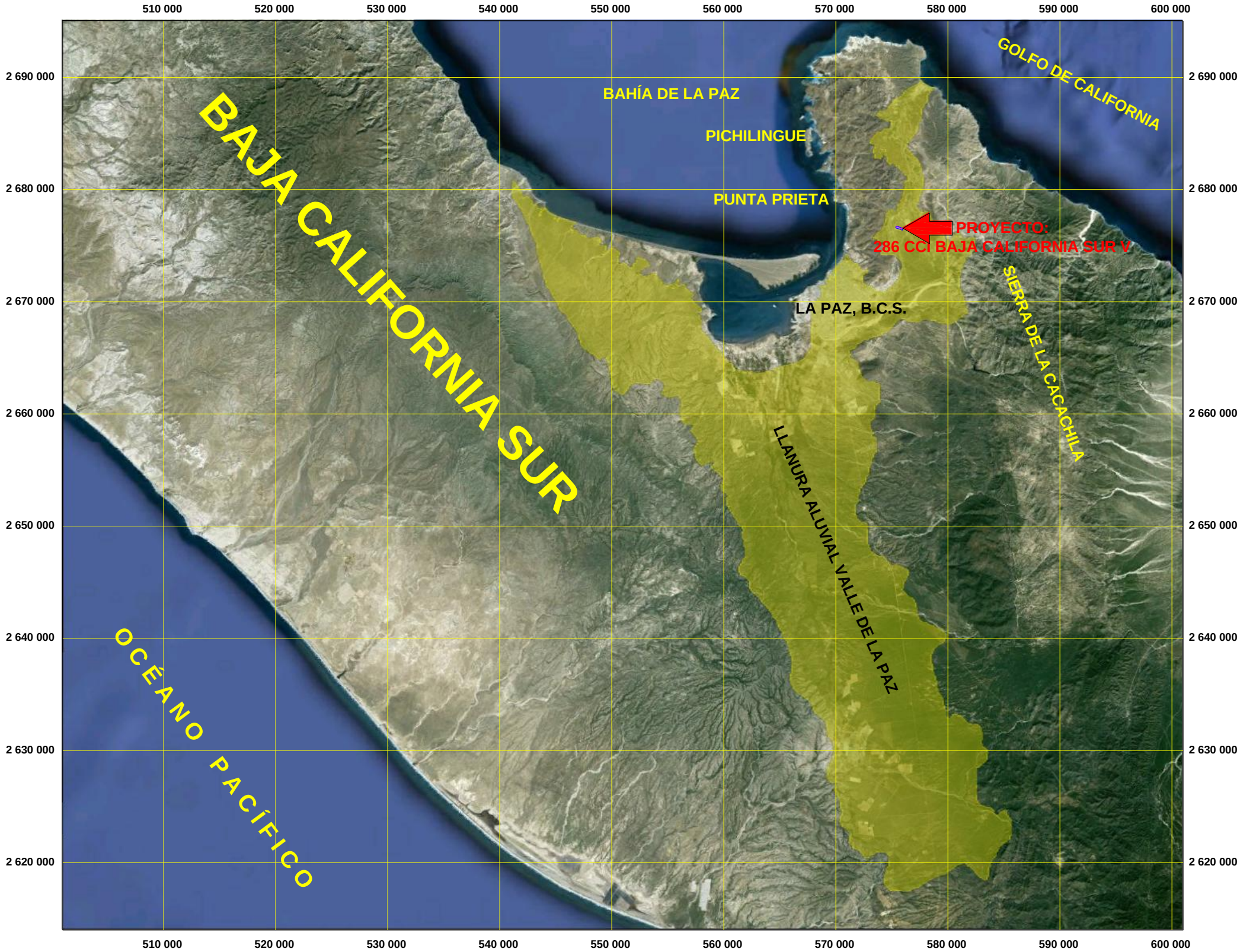
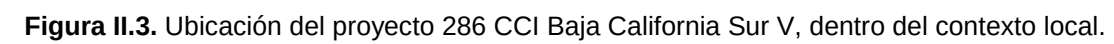


Figura II.2. Ubicación del proyecto 286 CCI Baja California Sur V, dentro del contexto regional.



II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

Se describirán las obras y actividades principales del proyecto de acuerdo a la fase que corresponda, especificando sus obras provisionales, asociadas y servicios requeridos, tales como brechas y/o caminos de acceso, campamentos, etc.

Preparación del sitio

Los trabajos de preparación del sitio serán iniciados con actividades de topografía con el deslinde de las áreas en que serán ubicadas las diferentes instalaciones como son: bloque de fuerza, servicios auxiliares del proceso y áreas administrativas.

En los métodos y procedimientos se establecerán la secuencia de eventos, materiales, equipos, características de instalaciones y aptitudes del personal, para lograr el rescate, acondicionamiento, traslado, implantación y mantenimiento de la flora y fauna localizada actualmente en el sitio donde se pretende ubicar el Proyecto (**Plano 2 del Anexo 2**).

Para la nivelación, será utilizado material de bancos previamente autorizados, llevándolo al nivel de compactación recomendado por el estudio geotécnico, con el grado de humedad óptimo. Para este trabajo se utilizarán retroexcavadoras, trascavos, camiones de volteo, motoconformadoras y aplanadoras, en la cantidad y de la capacidad requerida por el volumen de material a explotar en los bancos de material y los frentes de trabajo requeridos, de acuerdo al programa de construcción de las plataformas de terracerías.

Para la construcción de cimentaciones se ejecutarán excavaciones a cielo abierto con profundidades variables de 1,0 m hasta 4,50 m. Serán ejecutadas por medios manuales o mecánicos dependiendo de las dimensiones y profundidades.

El material sobrante producto de excavaciones será utilizado para rellenar partes bajas del predio y si aún hubiera excedentes, éstos se llevarán a lugares de depósito final que cumplan con las regulaciones ambientales y donde el municipio lo autorice.

Las principales actividades que se desarrollarán durante la preparación del sitio son:

- Rescate de flora y fauna existente en el predio.
- Desmonte y Despalme del terreno.
- Excavación y nivelación del terreno.
- Relleno y nivelación de áreas en declive.

- Construcción de caminos interiores.
- Construcción de almacenes cubiertos y a la intemperie.
- Construcción y acondicionamiento de oficinas de construcción.

En la **Tabla II.5** se presenta el programa de actividades para la preparación del sitio y construcción.

Actividades ambientales relevantes del proyecto para la preparación del sitio.

A. Desmontes, despalmes

- a) Las áreas que serán afectadas por las actividades de desmonte y despalme se presentan en el **Plano 1** y **Plano 2** del **Anexo 2**, correspondiendo exclusivamente a las zonas ubicadas dentro del perímetro del predio de la central.
- b) La superficie que se afectará por las diferentes obras será el 100 % el área de sitio del Proyecto.
- c) El tipo de vegetación presente en el sitio del Proyecto presenta características intermedias entre bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo, con dominancia de especies arbustivas y suculentas (capaces de almacenar agua en sus tejidos).
- d) De las especies registradas para el sitio del proyecto, solamente *Ferocatus peninsulae* v. *townsendianus* están incluidas en las categorías establecidas en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, También se encuentra una especie afín a *Mammillaria capensis*. Por lo que se procederá a su rescate, como se propone en la sección VI del presente estudio ambiental y en el **Anexo 3 (Procedimiento de Rescate)**.
- e) Después de ejecutar el rescate de individuos de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se procederá al desmonte empleando maquinaria y el despalme se hará mediante retroexcavadora de baja capacidad y el acopio y carga con cargador frontal.
- f) En cuanto a la fauna silvestre que habita en el predio se encontraron 11 especies en estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010) se tiene contemplado un programa rescate y reubicación para los ejemplares que potencialmente podrían resultar afectadas por las actividades de desmonte y despalme, las cuales se procederán a su manejo y lo cual se explica en el capítulo VI de este informe.

- g) El material de despalme será tierra vegetal.
- h) El desmonte y despalme se realizara una vez aplicadas las fases de rescate y reubicación de flora y fauna, y consiste en la remoción de maleza, vegetación secundaria presente así como los ejemplares de los estratos arbustivos y herbáceos y que no se encuentren dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

B. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones

- Por ser un terreno casi plano, en el sitio del Proyecto no existen taludes importantes, por lo que no se requerirán métodos especiales de excavación, compactación o nivelación para prevenir la erosión o para garantizar la estabilidad de taludes.
- Por ser el terreno de la central relativamente plano, se requerirá de material para las obras de nivelación respectivas de un volumen aproximado de 10 000 m³. El origen de este material para nivelación provendrá de bancos de material previamente autorizados.

Para las excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones que se ejecuten, y dadas las características del terreno (poco accidentado), se estima que se generarán cantidades mínimas de material, el cual será utilizado para rellenar partes bajas del predio y si hubiera excedentes, éstos se llevarán a lugares de depósito final que cumplan con las regulaciones ambientales y donde el municipio autorice.

C. Cortes

Para el predio de la central no se requerirán cortes

D. Rellenos

En zona terrestre

Para el predio de la central se requerirán volúmenes mínimos para rellenos, un total aproximado de 30 m³. El material de relleno provendrá del material de los bancos de material autorizados.

En cuerpos de agua y zonas inundables

El predio se ubica en un área donde no existen cuerpos de agua importantes por lo que no serán necesarias obras de dragado o desviación de cauces.

4 Etapa de construcción

Procedimiento general de construcción de la 286 CCI Baja California Sur V.

Para la construcción de las plataformas de terracerías será utilizado material del mismo predio o de ser necesario de bancos previamente autorizados, llevándolo al nivel de compactación recomendado por el estudio geotécnico, con el grado de humedad óptimo. Para este trabajo se utilizarán retroexcavadoras, trascavos, camiones de volteo, motoconformadoras y aplanadoras, en la cantidad y de la capacidad requerida por el volumen de material a explotar, de acuerdo con el programa de construcción de las plataformas de terracerías.

Para la construcción de cimentaciones se ejecutarán excavaciones a cielo abierto con profundidades variables. Dichas excavaciones, serán ejecutadas por medios manuales o mecánicos, dependiendo de las dimensiones y de la profundidad.

El material sobrante producto de excavaciones será utilizado para rellenar partes bajas del predio y si hubiera excedentes se llevará a lugares de depósito final que cumplan con las regulaciones ambientales y donde el municipio lo autorice.

Las cimentaciones y estructuras de concreto serán construidas con los métodos convencionales, utilizando una planta de concreto en el sitio o utilizando concreto premezclado de la planta más cercana que cumpla con las especificaciones de Proyecto.

Se utilizarán revolvedoras de concreto de las capacidades requeridas por cada colado, vibradores de concreto y herramientas propias para habilitado de cimbras, colados y descimbrados.

Para el montaje de estructuras de acero y de equipo, se utilizarán grúas y malacates de la capacidad requerida por cada maniobra y peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de estructuras, pailería y soportes diversos. Para la colocación de acabados se utilizará la herramienta necesaria (menor).

Para los pavimentos se colocará la sub-base y carpeta de rodamiento de acuerdo a lo indicado en el estudio geotécnico, utilizando aplanadoras, rodillos vibratorios según el caso, petrolizadoras y mezcladoras de concreto en su caso.

Todas las actividades de construcción serán efectuadas aplicando los procedimientos

establecidos para tal fin, siempre cumpliendo con las restricciones ambientales de acuerdo a la normativa para ruido, emisiones a la atmósfera por combustión, mitigación de polvos, manejo de residuos sólidos y aguas residuales. En la **Tabla II.5** presenta el programa de actividades del proceso constructivo

A continuación se indica en forma de lista, las actividades de la construcción del proyecto 286 CCI Baja California Sur V.

OBRA CIVIL

Trazo y nivelación.

Actividades principales: Incluye excavación, relleno y compactado, colocación de plantilla de concreto, armado de acero de refuerzo, colocación de cimbra para el montaje de los equipos e instalaciones siguientes:

- Motor / generador.
- Casa de máquinas, edificio eléctrico y edificio mecánico.
- Equipo de control de Emisiones a la Atmósfera
- Recuperador de calor.
- Chimenea.
- Radiadores.
- Rack de tuberías y cables:
- Tanque de almacenamiento de combustóleo
- Fosa separadora de aceite.
- Tanques misceláneos.
- Fosa separadora de aceite de tanques misceláneos.
- Tanque de reactivos Químicos para el control de NO_x.
- Tanque de aceite de lubricación de cilindros y tanque de aceite de lubricación del motor.
- Casetas.
- Áreas exteriores.
- Subestación

Montaje Electromecánico

Montaje de uno o dos generadores con una capacidad total de 43 MW a condiciones de diseño de verano, con todos sus equipos y sistemas auxiliares tales como:

- Sistema de lubricación de cilindros y motor.
- Sistema de diesel.
- Sistema de combustóleo.
- Sistema de aire de arranque, servicios e instrumentos.
- Sistema de agua de enfriamiento.
- Sistema de vapor y condensado.
- Sistema contra incendio.
- Sistema de control distribuido con un alto grado de automatización.
- Sistema de Control de Emisiones a la Atmósfera.
- Sistema de corriente directa.
- Sistema de corriente alterna.

Montaje de Aeroenfriador con todos sus equipos auxiliares.

Montaje de Aerocondensador con todos sus equipos auxiliares.

Montaje de Motor y generador eléctrico con todos sus equipos auxiliares.

Montaje de Turbina de Vapor y generador eléctrico respectivo

Montaje de Recuperador de Calor con todos sus equipos auxiliares.

Montaje de caldera auxiliar y tableros.

Montaje de tableros en caseta de monitoreo de emisiones de la chimenea.

Montaje de tableros en **ca** con todos sus equipos auxiliares.

Montaje de caseta de CCM's de aerorrefrigeradores y bombas.

Montaje de Catalizadores y tanque de Reactivos Químicos.

Montaje de Subestación.

Se contará con una unidad diesel de emergencia, con todos sus equipos auxiliares.

Se instalarán charolas y tubería conduit en todos los edificios, así como el cableado de fuerza, control e instrumentación.

Montaje del transformador principal, de los transformadores auxiliares y de los equipos principales de la subestación de alta tensión.

Se contará con sistema de medición de emisiones que cuente con el equipo de monitoreo y de adquisición de datos necesario

Descripción de obras asociadas al proyecto.

La 286 CCI Baja California Sur V aprovechará la infraestructura desarrollada para la central CCI Baja California Sur. Las obras asociadas que se indican a continuación cuentan con la autorización ambiental respectiva y están en operación:

- El combustoleoducto 7,69 km de longitud y capacidad de transporte de 150 m³/d desde la Terminal de Recepción de combustibles de PEMEX Refinación.
- El acueducto 7,5 km de longitud y capacidad de transporte de 4,8 l/s, desde la Central Termoeléctrica Punta Prieta, B. C. S. hasta la Central CCI Baja California Sur .
- Camino de acceso de 6,69 km de longitud y derecho de vía de 40 m.
- Incinerador de Residuos Líquidos.

Los transformadores principales suministro de la 286 CCI Baja California Sur V, entregarán la energía eléctrica en 230 kV, a la Subestación respectiva ubicada en el predio del Proyecto.

II.2.5 Operación y mantenimiento.

Etapas de operación y mantenimiento.

Funcionamiento de la 286 CCI Baja California Sur V.

El proceso de generación de energía eléctrica mediante la tecnología de máquinas de combustión interna se describe a continuación:

Motor Diesel – Generador Eléctrico (Motogenerador): es una máquina de combustión interna, acoplada a un generador de energía eléctrica, cuya función será la de generar energía eléctrica, siendo el proceso el siguiente:

Los motores de combustión interna como su nombre lo indica son aquellas máquinas que producen potencia mecánica a partir de la energía química de un combustible al combinarlo con aire en una reacción química, la cual produce energía calorífica e incremento de las propiedades termodinámicas de temperatura y presión de manera súbita, dentro de una cámara cerrada.

El confinamiento de la mezcla aire-combustible se lleva a cabo en una cámara cerrada denominada cámara de combustión, formada entre un cilindro y un émbolo o pistón (**Figura II.4**). El pistón es móvil, el punto más alto al que llega se le denomina Punto Muerto Superior y el Punto más bajo se le denomina Punto Muerto Inferior.

La parte superior de la cámara de combustión normalmente aloja a las válvulas de entrada de aire (Ciclo Diesel) o mezcla de aire combustible (Ciclo Otto), para motores de cuatro tiempos y la válvula de escape de productos de combustión tanto para motores de dos o de cuatro tiempos.

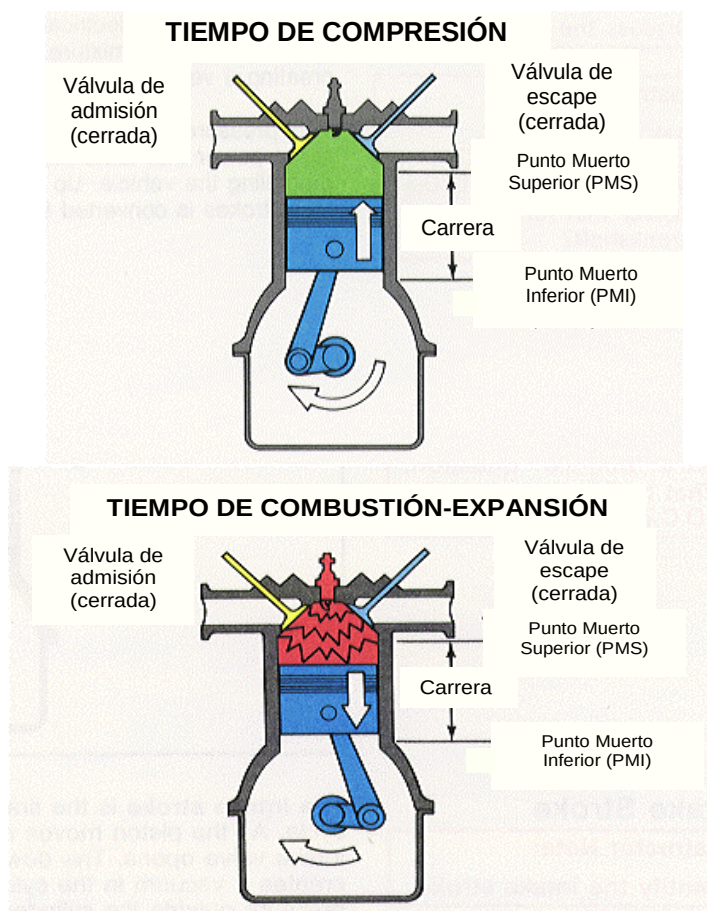


Figura II.4. Máquina de combustión Interna de dos tiempos.

La relación de volúmenes en la cámara de combustión, cuando el pistón se encuentra en el Punto muerto Inferior y el Punto Muerto Superior, se denomina relación de compresión y esta es del orden de 6,66 a 1 hasta 11 a 1 dentro de los motores industriales que operan con el Ciclo Otto o de gasolina.

Mientras mayor sea la relación de compresión el motor es más eficiente, pero ocurre el problema del encendido espontáneo de la mezcla, el cual se evita añadiendo al combustible sustancias antidetonantes con el objeto de controlar la combustión.

Los motores Diesel se construyen con una relación de compresión desde 13 a 1 hasta 20 a 1. El problema del encendido espontáneo no existe en este tipo de motores ya que dicho encendido espontáneo se provoca al comprimir solo aire e inyectar el combustible a presión en la cámara de combustión a condiciones de presión y temperatura, de tal manera que se produce la combustión espontánea al mezclarse el aire con el combustible inyectado. El control del funcionamiento del motor diesel se logra al controlar la cantidad de combustible a inyectar en cada cilindro.

Recuperadores de calor: es un generador de vapor a través de la recuperación del calor de los gases que salen de la descarga del motor Diesel, el vapor generado se utiliza en el calentamiento de combustible y/o en la generación adicional de energía eléctrica en un turbogenerador de vapor.

Aerocondensador: Se habrá de instalar un aerocondensador que condensa el vapor empleado en el turbogenerador de vapor. Dicho equipo empleará como medio para enfriar aire ambiente que será transportado mediante ventiladores.

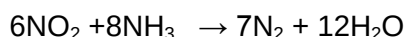
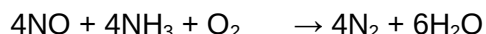
Generadores de energía eléctrica: el generador eléctrico es una máquina formada en su principio básico por un estator y un rotor. El estator contiene un devanado eléctrico y el rotor que posee un campo magnético que al girar crea a través del devanado una fuerza electromotriz inducida. El generador eléctrico está acoplado al motor diesel, el cual al girar transmite el movimiento de rotación mediante el cual el rotor del generador eléctrico transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

Aerorefrigerantes: el sistema de enfriamiento de la 286 CCI Baja California Sur V consistirá de radiadores enfriados con ventiladores. Los radiadores consisten de intercambiadores de calor del tipo de superficie de tubos aletados, en el interior de los cuales circula el agua de enfriamiento del motor diesel y sus auxiliares. Por fuera de los tubos

aletados circula aire forzado por medio de ventiladores accionados por motores eléctricos.

Transformadores: Equipo eléctrico formado por 2 devanados, uno de entrada y otro de salida y cuya función es elevar el voltaje de entrada y en forma inversa la intensidad de corriente. Las centrales térmicas generan en 15 y 20 kV, la tensión se eleva a través del transformador principal a 230 kV, tal es el caso de la 286 CCI Baja California Sur V, esto con la finalidad de disminuir las pérdidas de energía al transmitir en alto voltaje la energía eléctrica.

Sistema de Control de Emisiones a la Atmósfera: el contaminante que deberá ser disminuido es el NO_x , el cual es generado por las altas temperaturas en la cuales se da la reacción de combustión que permiten la oxidación del nitrógeno presente en el aire empleado. La tecnología más viable para la disminución del NO_x se conoce como Proceso Reducción Catalítica Selectiva SCR (Selective Catalytic Removal), la cual consiste en la inyección de un agente reductor (amoníaco) a los gases de combustión y una vez mezclados son pasados por un catalizador a una temperatura de 300 - 420 °C. En la presencia del catalizador y a las temperaturas indicadas, se lleva a cabo una reacción en la que los óxidos de nitrógeno son convertidos a nitrógeno y agua, de acuerdo a las siguientes reacciones básicas:



El volumen del catalizador y en consecuencia el tamaño del reactor SCR dependen de manera directa de la actividad del catalizador mismo, del nivel de reducción deseado de los NO_x , así como de la emisión de amoníaco no reaccionado dentro de un nivel aceptable (5-ppm).

Un diagrama con los componentes principales del reactor SCR que será integrado a la máquina de combustión interna se presenta en la **Figura II.5**, cabe destacar que en este caso se considera como materia prima básica una solución acuosa de amoníaco al 22 - 29 % o el empleo de amoníaco anhidro. Para el caso de la solución acuosa, ésta será almacenada en un tanque de acero al carbón, una cantidad precisa de solución acuosa de amoníaco al 22 - 29 % será enviada a los gases de combustión para que se mezcle y libere el amoníaco necesario para llevar a cabo la reacción de reducción en presencia del catalizador. La dosificación precisa será determinada mediante la instrumentación que permita conocer en

tiempo real la carga de la máquina de combustión interna, la concentración de NO_x a la entrada y salida del reactor SCR, con lo cual se determinará la tasa de inyección apropiada del reactivo mediante una bomba de dosificación variable.

El reactor SCR es posible instalar en el escape de las máquinas de combustión interna, tanto de cuatro como de dos tiempos, procurando estar en el rango de temperatura de operación (300-420 °C), lo que implica la posibilidad de instalar dicho reactor antes o después del turbocargador. Los arreglos posibles se presentan en las **Figuras II.6 y II.7**.

Por razones de seguridad la inyección de amoníaco y por lo tanto la operación del reactor SCR se llevará cabo solo si se cumplen todas y cada una de las condiciones que a continuación se indican:

1. La temperatura del catalizador se encuentra dentro del rango óptimo arriba mencionado.
2. La máquina de combustión interna se encuentra operando.
3. La bomba de dosificación de solución acuosa de amoníaco al 25 % se encuentra en condiciones de operación óptimas.
4. La presión de aire comprimido para operaciones de limpieza del reactor se encuentra dentro de los rangos especificados.

Para la operación del SCR a instalar en la 286 CCI Baja California Sur V, se estima un consumo de la solución de amoníaco al 22 - 29 % de 200 g/s, lo que implica un tanque de 400 m³ para el almacenamiento y uso de esta materia prima por al menos 30 días.

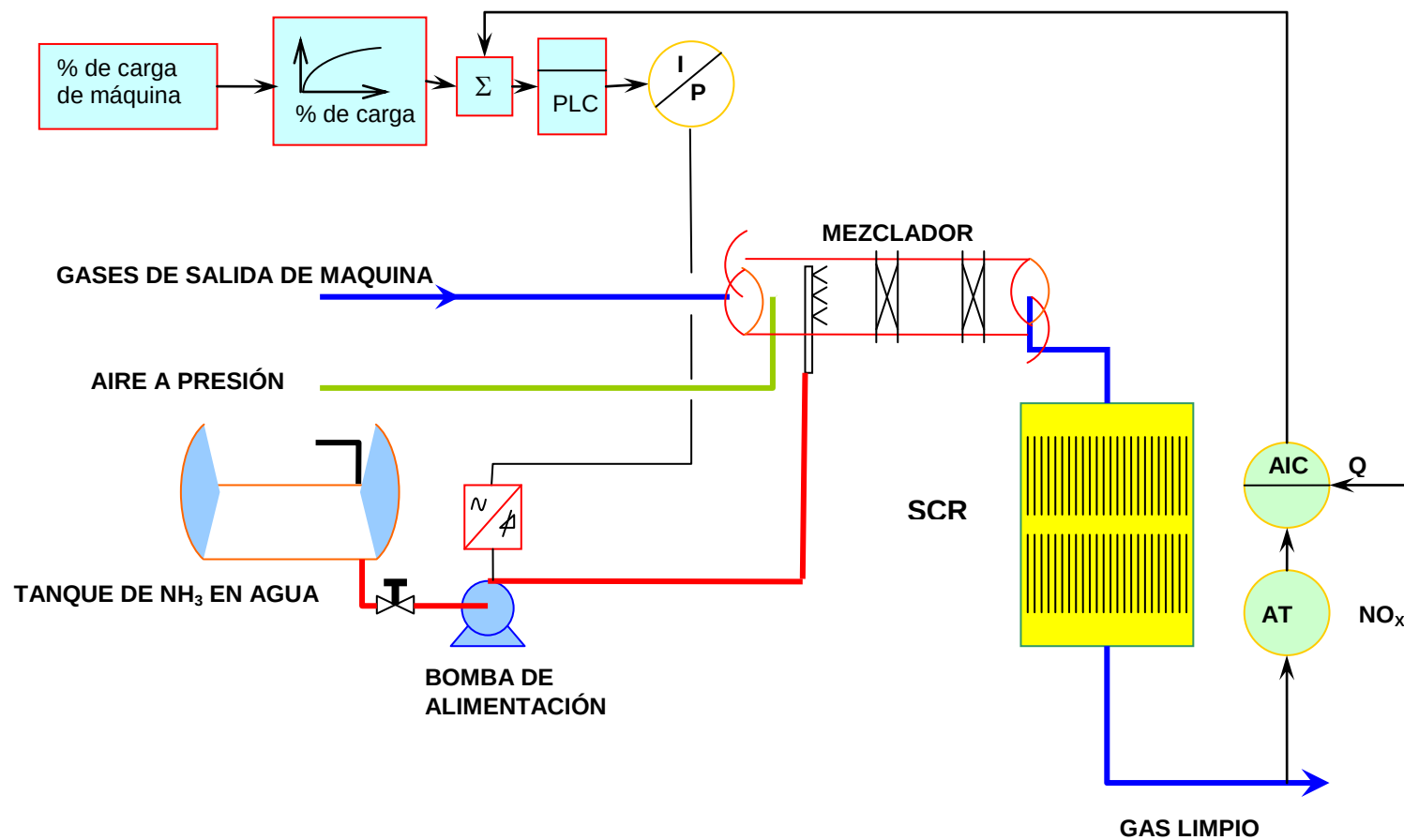


Figura II.5. Diagrama de funcionamiento del proceso SCR.

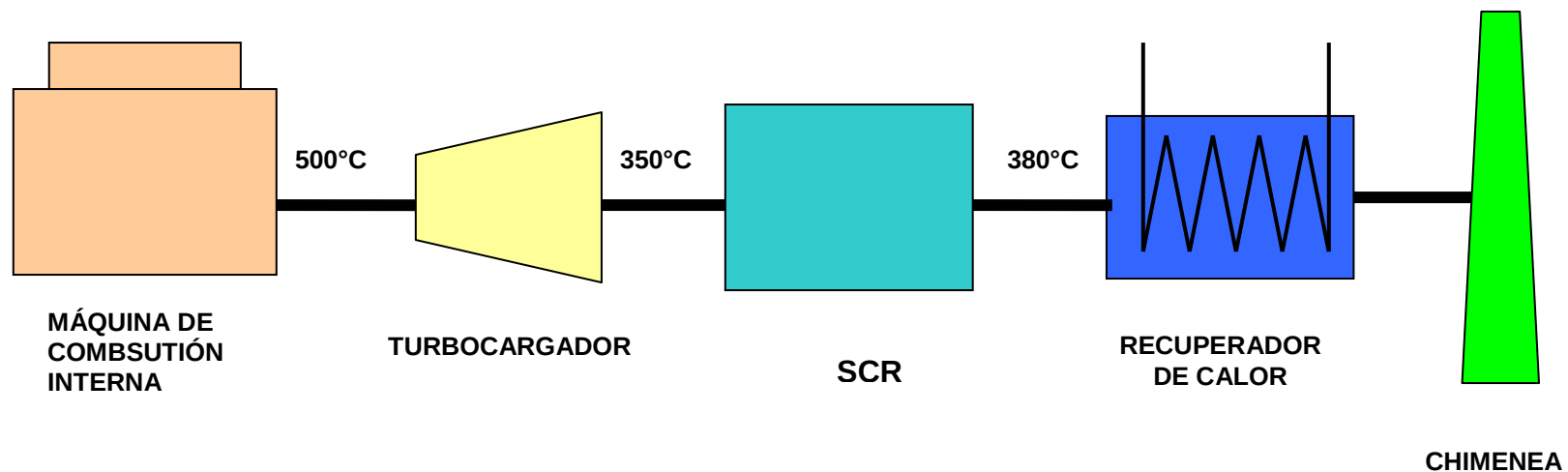


Figura II-6. Arreglo del SCR en máquinas de 4 tiempos.

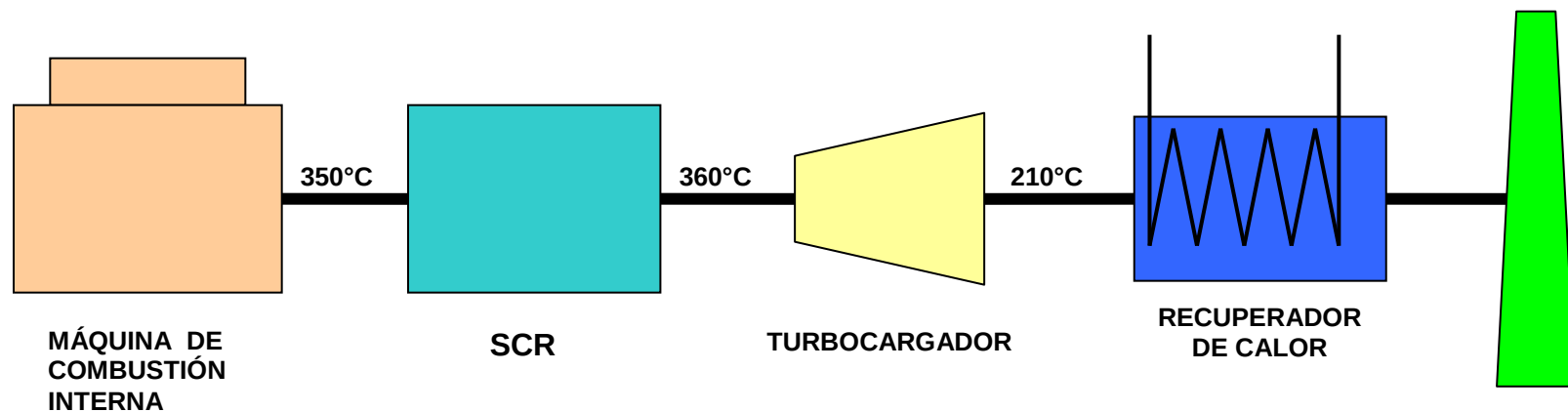


Figura II.7. Arreglo del SCR en máquinas de 2 tiempos.

Suministro de Agua

Para el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V no se requiere del suministro de agua subterránea, ya que se empleara agua destilada generada en la C.T Punta Prieta y transportada mediante el acueducto actualmente en operación. Para lo cual NO será necesaria la instalación de una nueva evaporadora, ya que con la capacidad de las evaporadoras existentes (4.15 l/s de agua destilada), ubicadas en la CT Punta Prieta se suministrará el agua necesaria para la 286 CCI Baja California Sur V, la cual requiere 0.33 l/s de agua destilada para su operación, y el consumo de agua destilada para las tres unidades de la CCI Baja California Sur y la 235 CCI Baja California Sur IV (en construcción), es 1.60 l/seg. De lo anterior se observa que no hay incremento en capacidad de suministro de agua destilada, ya que de la capacidad ya instalada se tomaran los consumos correspondientes para el nuevo Proyecto.

En consecuencia el rechazo de las evaporadoras (descarga de salmuera) NO se incrementará en su gasto, y dicho rechazo o salmuera seguirá siendo enviado al canal de descarga de la CT Punta Prieta en donde se diluye para finalmente ser descargado a la Bahía de la Paz. En la **Figura II.8** se ilustra cómo se maneja el rechazo (salmuera) proveniente de las evaporadoras actuales, considerando la operación futura 286 CCI Baja California Sur V.

CFE ha evaluado el impacto en la salinidad en la Bahía de La Paz por efecto de la descarga de la C.T Punta Prieta, mediante modelos matemáticos que demuestran que no hay impacto significativo por dicha descarga. Los resultados de la evaluación se discuten de manera amplia en las secciones siguientes del presente documento.

Por otra parte, el agua que se requiere para el Sistema Contra incendio y Servicios generales de la Central 286 CCI Baja California Sur V es agua destilada, la cual pasa a través de un equipo carbonatador para obtener una calidad apropiada para los servicios antes anotados

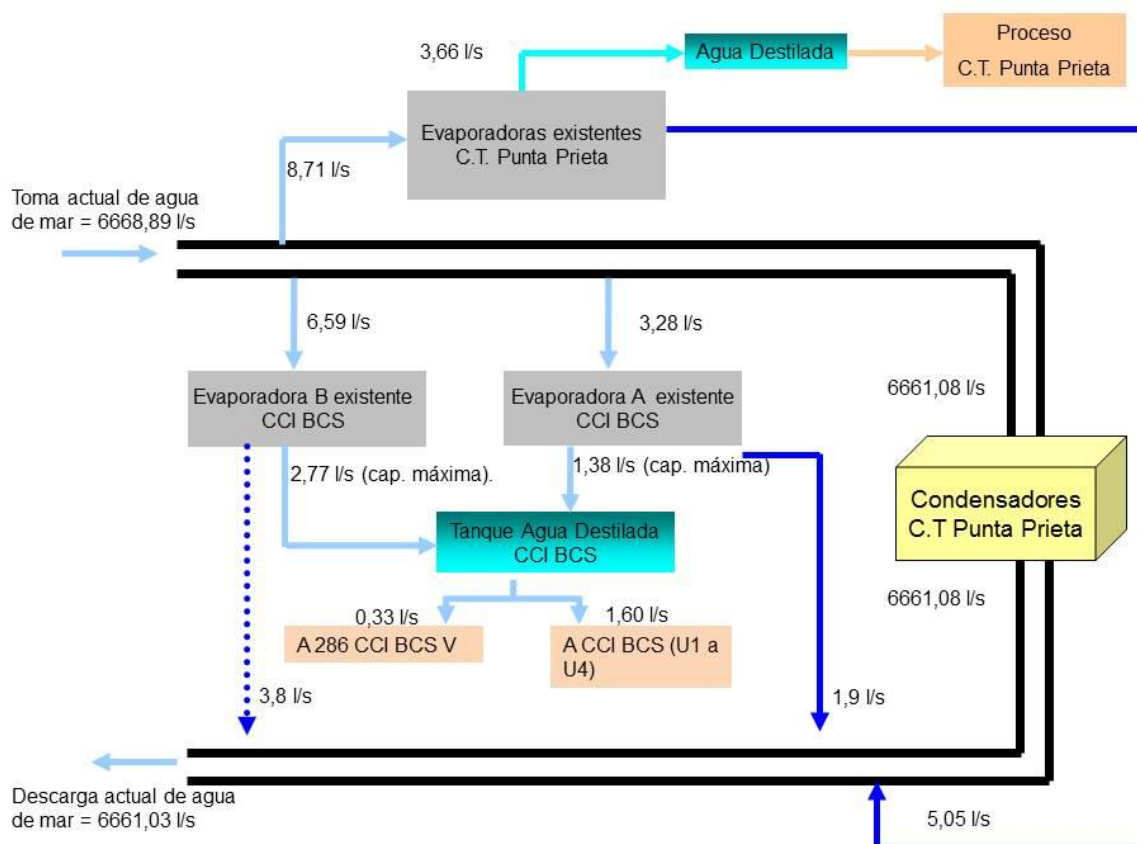


Figura II.8. Generación y manejo de agua destilada y su rechazo de la 286 CCI Baja California Sur V.

Descripción del mantenimiento de la 286 CCI Baja California Sur V.

En la **Tabla II.6** se muestra el programa de operación y mantenimiento para la 286 CCI Baja California Sur V, en dicho programa podemos apreciar que las actividades de mantenimiento se dividen en dos grandes conceptos, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento mayor o correctivo.

El mantenimiento de tipo preventivo es continuo y no implica la disminución en la capacidad de generación de la Central, en este tipo de mantenimiento se dan actividades como:

- Repintado de áreas y equipos expuestos a ambientes corrosivos.
- Cambio de aceite, filtros y engrasado de equipos cuyas partes están expuestas a fricción.
- Limpieza de la fosa separadora de grasas y aceites.

- d) Algunos equipos por su importancia podrían instalarse de manera redundante, lo cual permitirá en ciertas circunstancias dar un mantenimiento alternado de mayor alcance.

El mantenimiento mayor el cual se da a los equipos principales, implica el paro de la Central y trae como consecuencia una disminución en la disponibilidad de generación. El mantenimiento de los equipos principales se hace conforme a las indicaciones de los fabricantes. A continuación y a manera de ejemplo, se ilustran las actividades principales de mantenimiento de estos equipos principales:

- **Motor Diesel**

Para el motor Diesel es importante seguir el Programa de Inspección y Mantenimiento que da el fabricante, la inspección comprende la medición del desgaste de los cilindros y pistones, revisión del estado del cigüeñal, válvulas de admisión y de escape, turbocompresor y auxiliares tales como bombas del sistema de lubricación, del sistema de control, del sistema de inyección de combustible, etc.

De la inspección se puede concluir la necesidad de reemplazo de partes sujetas a desgaste como: anillos de sello, toberas de inyección de combustible, cartuchos de filtros, o bien el reemplazo de componentes mayores tales como cubierta de cilindros o pistones.

- **Recuperador de calor**

Para el recuperador de calor se definen dos tipos de revisiones o inspecciones:

Inspecciones menores, que se realizarán coincidiendo con las inspecciones menores del motor diesel. La duración aproximada será de 2 días.

Inspecciones mayores, que durarán aproximadamente 14 días, y que se realizarán simultáneamente a las inspecciones de partes internas del motor Diesel.

- **Subestación de alta tensión de 230 kV**

La Subestación también suministrará la potencia desde la red de alta tensión a través del transformador principal y de los transformadores auxiliares, así como a los sistemas auxiliares de las unidades turbogeneradoras durante el arranque.

El mantenimiento que se les da a los equipos de la subestación es del tipo preventivo es continuo y no implica la disminución en la capacidad de generación de la Central, en este tipo de mantenimiento se dan actividades como la Limpieza y lavado de aisladores.

- **Reactor SCR**

Durante los paros de emergencia o programados de la máquina de combustión interna será necesario proceder a la limpieza del reactor SCR antes de que este se enfríe y alcance la temperatura de rocío y sea atacado por el trióxido de azufre presente en el material particulado que se deposite en las celdas del catalizador, para lo cual se dispondrá de aire comprimido.

Un catalizador con el paso del tiempo va perdiendo su capacidad de activar una reacción química, debido principalmente al ataque de otros compuestos presentes en los gases de combustión. La vida media de un catalizador varía de 2 a 5 años, por lo que partir de los dos años se deberá proceder a cambiar los elementos del catalizador que empiecen a perder actividad.

- **Generador Eléctrico**

Para el generador hay dos tipos de Mantenimiento:

1- Mantenimiento Preventivo: que se lleva a cabo en forma rutinaria con la intención de evitar descomposturas y conservar el equipo en buenas condiciones.

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo día con día, semana con semana, mes por mes, etc. y consiste en aquellas actividades rutinarias como revisiones, ajustes de instrumentación o de huelgos mecánicos, lubricación de partes, revisiones de componentes o ajustes de ellas, revisión de desgastes, etc. y no necesariamente se tiene que parar la unidad Diesel Generadora.

2- Mantenimiento Correctivo: que se realiza para reparar o reponer piezas defectuosas.

El mantenimiento correctivo o general, se lleva a cabo parando la Unidad Diesel Generadora y consiste en revisiones de huelgos, del estado de componentes y su reemplazo correspondiente en caso necesario. La salida de la Unidad para mantenimiento general o mayor, se lleva entre 6 y 8 semanas y se realiza en forma aproximada a intervalos ligeramente mayores a los 2 (dos) años, esto es, cada 15 000 horas de operación.

Tipo de reparaciones:

El trabajo de reparación puede constar de las siguientes etapas:

- localizar la falla,
- corregir la falla y/o reponer los componentes,
- pruebas y puesta en servicio de la parte reparada en la instalación.

Dentro del mantenimiento preventivo podemos citar como ejemplos a las siguientes actividades:

- Revisión de los mecanismos de autolubricación.
- Verificación del sistema de arranque.
- Revisión de fugas en tuberías.
- Revisión de ajuste de tuercas.
- Revisión de indicadores de presión.
- Revisión de nivel de aceite en gobernador.
- Revisión de fugas en chumaceras.
- Limpieza con agua del turbocompresor.
- Verificación del nivel de aceite en el turbocompresor.
- Verificación de ajustes en las válvulas.
- Análisis del aceite del lubricante.
- Cambios de aceite lubricante.
- Limpieza del filtro de aire del turbocompresor.
- Reengrase de partes de bombas lubricantes.
- Reemplazo de cartuchos de filtros de aceite.
- Verificación del funcionamiento del dispositivo de disparo por sobrevelocidad.
- Revisión del limitador de alimentación de combustible al arranque.

Dentro del mantenimiento General, se pueden citar como ejemplos a las siguientes actividades:

- Inspección de inyectores de válvulas.
- Limpieza del enfriador de aceite del turbocompresor.
- Verificación del alineamiento del cigüeñal.
- Inspección y reemplazo en caso necesario de paredes de cilindros y camisas de agua.
- Inspección de ductos de agua del turbocargador.
- Inspección del engrane de balanceo.
- Inspección del engrane de árbol de levas y de este mismo.
- Desensamble e inspección de las cabezas del motor.
- Inspección de bombas de agua y de aceite combustible y de lubricación y reemplazo de partes.
- Limpieza y remoción de válvulas de control de alimentación de combustible.
- Inspección de pistones y anillos.
- Reemplazo de chumaceras de turbocompresores.
- Inspección de chumaceras del árbol de levas.
- Inspección de bombas a inyectores de combustible.

Inspección general del motor Diesel

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Con base a la estimación de vida útil del proyecto, se presentará un programa de desmantelamiento y abandono que incluya los procedimientos, manejo y destino de materiales y equipos y los programas de rehabilitación o restauración de los sitios. En esta fase se deben considerar las acciones ambientales planteadas en la MIA-R como medidas de mitigación y que continuarán ejecutándose después de concluida la vida útil del proyecto.

Etapas de abandono del sitio

En la **Tabla II.7** se presenta el programa del posible abandono de la 286 CCI Baja California Sur V, dicho programa es tentativo y estará sujeto a modificaciones en su momento, existiendo la posibilidad de que no sea llevado a cabo ya sea porque la Central sea modernizada y por lo tanto prolongue su vida útil (30 años) o porque se decida que el sitio siga ocupándose con fines industriales.

Dentro de dicho programa se consideran como actividades principales las siguientes:

- Desmantelamiento de equipo
- Desarmado de estructuras
- Demolición o rehabilitación de edificios
- Limpieza y acondicionamiento del predio
- Restauración de suelos

Dado que en la etapa de abandono el predio de la 286 CCI Baja California Sur V tendrá un uso de suelo industrial, consideramos como inaplicable un programa de restitución de flora, en su defecto lo más recomendable es dejar el terreno en condiciones que se permitan las actividades que prevalezcan en el momento de abandono del sitio. Durante la limpieza y acondicionamiento del predio se deberá dejar el terreno libre de escombros y libre de áreas con importantes depresiones topográficas que pudiesen afectar los patrones de escurrimiento superficial, de igual manera se deberán remover tuberías superficiales.

Dentro de la restitución de suelos se identificarán las áreas que potencialmente se hubieran contaminado durante la operación de la 286 CCI Baja California Sur V, procediendo a su saneamiento a condiciones que permitan la actividad acorde del uso de suelo que en ese momento esté vigente

II.2.7 Residuos.

Se elaborará un reporte de los residuos generados durante las diferentes fases proyectando el volumen que pudiera generarse. En este nivel, se incluirán los residuos en cualquier estado de la materia, anotando tanto aquellos que son peligrosos como los que no lo son, así como una estimación de la cantidad de generación de los mismos.

Además, es recomendable mencionar o describir las actividades a realizar para su manejo,

reciclamiento o disposición. En este sentido, es común que se señale que los residuos de manejo especial y urbanos serán dispuestos donde la autoridad municipal determine, hecho que soslaya la generación de impactos adicionales cuando no existen rellenos sanitarios o sitios de disposición adecuados dentro del sistema ambiental. Por lo anterior, es importante aclarar si la disposición ocurrirá en sitios adecuados para tal fin.

II.2.7.1 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos.

A. Residuos sólidos peligrosos.

A.1. Etapa de preparación del sitio y construcción

a) Generación

Los residuos sólidos peligrosos estimados, que se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción de la 286 CCI. Baja California Sur V se muestra en la **Tabla II.8**.

Tabla II.8. Residuos sólidos peligrosos: etapa de preparación del sitio y construcción.

Nombre del residuo	Características CRETIB	Cantidad	Tipo de empaque	Sitio de disposición final
Arena con combustóleo	I,T	3 m ³	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado o tratamiento
Arena con Diesel	(4)	16,5 m ³	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado o tratamiento
Aserrín con aceite	(4)	10 m ³	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado o tratamiento
Material impregnado con grasas o aceites	(4)	200 tambos de 200 l c/u	Tambos etiquetados	Disposición por compañía especializada
Colillas de soldadura	R,T	200 tambos de 200 l c/u	Tambos etiquetados	Disposición por compañía especializada
Recipientes impregnados con pinturas	I,T	761 piezas	Cubetas	Disposición por compañía especializada
Emulsión asfáltica		300 litros	Tambos	Disposición por compañía especializada
Baterías usadas	C,T	200 piezas	Tambos de plástico	Disposición por la Cía. de mantenimiento de vehículos
Aceite lubricante usado	I, T	2 500 litros	Tambos de 200 l y etiquetados	Disposición por compañía especializada

NOTAS:

1. Ninguno de los residuos sólidos manejados durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud.
2. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
3. Las cantidades indicadas corresponden al total esperado durante todo el proceso de preparación del sitio y de construcción.
4. Corresponde a residuos no peligrosos que podrían causar impacto al ambiente.

b) Manejo y disposición

Todos los residuos peligrosos serán almacenados dentro del predio, en el almacén temporal de residuos peligrosos, cuyas características principales se mencionan a continuación:

- 1- Separados de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas.
- 2- Ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos de emisiones, incendios, explosiones e inundaciones.
- 3- Con muros de contención para materiales inflamables y fosas de retención para la captación de residuos o lixiviados.
- 4- Los frentes de los almacenes serán de malla ciclónica para mantener una adecuada ventilación.
- 5- Los techos de los almacenes serán de lámina para protección de la intemperie.
- 6- Los pisos contarán con trincheras para conducir potenciales derrames a una fosa de retención con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado.
- 7- Se tendrán pasillos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC. Además se tendrán señalamientos alusivos a la peligrosidad de cada residuo.

Las colillas de soldadura se agruparán en montículos cercanos al sitio de trabajo y almacenados en tambos de 200 l. Posteriormente serán trasladados a un sitio específico dentro del almacén temporal de residuos peligrosos.

Se tendrán áreas para el mantenimiento de maquinaria donde se efectuará el cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y en general reparaciones, en dicha área se tendrán tambos etiquetados donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa o solvente; así como se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados. Posteriormente estos tambos con desechos peligrosos claramente identificados, serán enviados al almacén temporal de residuos peligrosos donde se les asignará un área específica.

Durante las operaciones de pintado se tendrán tambos y materiales impregnados con pintura, dichos materiales serán puestos en un montículo, previendo que toda la pintura

residual sea dispuesta en recipientes cerrados, para que posteriormente sean trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos.

Todos los residuos peligrosos almacenados temporalmente dentro de las instalaciones de la obra, serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para su confinamiento o si éstos son factibles de reciclar, como el aceite gastado, se encargará de enviarlo a una empresa especializada para su reciclamiento. La disposición final se realizará en sitios autorizados tal y como se indica en la **Tabla II.8.**

A.2. Etapa de operación y mantenimiento

a) Generación

Durante la operación de la 286 CCI Baja California Sur V se generarán residuos sólidos peligrosos que se muestran en la **Tabla II.9.**

Tabla II.9. Residuos sólidos y semi-líquidos peligrosos: etapa de operación.

Nombre del residuo	Características CRETIB	Cantidad	Tipo de empaque	Sitio de disposición final
Lodos procedentes de las centrifugadoras (área de suministro y manejo de combustibles)	I, T	1 000 kg	Tanque de lodos sucios y aceites gastados.	Planta de tratamiento de lodos existente o Confinamiento autorizado.
Residuos de lodos combustibles	T	1 500 kg	Tanque de lodos sucios y aceites gastados	Planta de tratamiento de lodos existente o Confinamiento autorizado o reciclamiento.
Baterías	C, T	200 kg	Envasado y etiquetado	Venta para Reciclamiento.
Estopas y trapos de aceites	I, T	2 600 kg	Tambos etiquetados	Venta para su disposición.
Arena con diesel en suspensión	(4)	400 kg	Tambos etiquetados	Remoción para su biodegradación.
Aceite lubricante usado	L, T	360 m ³	Tanque de lodos sucios y aceites gastados	Planta de tratamiento de lodos existente o Incineración o empleo como combustible alterno.

1. Las cantidades indicadas corresponden a la generación esperada durante un año de operación de la 286 CCI Baja California Sur V.
2. Ningún de los residuos sólidos considerados durante la operación del Proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud.
3. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
4. Corresponde a residuos no peligrosos que podrían causar impacto al ambiente.

Los residuos peligrosos se generarán en las áreas para el mantenimiento de equipos donde se efectuará el cambio de aceite, engrasado de parte sujetas a fricción, cambio de filtros y reparaciones generales; en otras ocasiones, dado el tamaño de los equipos, su mantenimiento será en el sitio mismo. Asimismo se generarán las operaciones de pintado se tendrán tambos y materiales impregnados con pintura.

b) Manejo y disposición

Todos estos residuos generados serán almacenados temporalmente dentro del predio, en un almacén temporal de residuos peligrosos, cuyas características principales se mencionan a continuación:

- 1- Se ubicará lejos de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas y en zonas donde se reduzcan los riesgos de emisiones, incendios, explosiones e inundaciones.
- 2- Con muros de contención para materiales inflamables y fosas de retención para la captación de residuos o lixiviados.
- 3- El frente del almacén será de malla ciclónica para mantener una adecuada ventilación y con techo para protección de la intemperie.
- 4- Se contará con trincheras para conducir potenciales derrames a una fosa de retención con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado.
- 5- Se tendrán pasillos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC. Además se tendrán señalamientos alusivos a la peligrosidad de cada residuo.

En las áreas de mantenimiento de equipos se tendrán tambos etiquetados donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa o solvente; así como se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados. Posteriormente, estos tambos con desechos peligrosos claramente identificados, serán enviados al almacén temporal de residuos peligrosos donde se les asignará un área específica. Durante las operaciones de pintado, los tambos y materiales impregnados con pintura, serán puestos en un montículo previendo que toda la pintura sea dispuesta en recipientes cerrados, para que posteriormente sean trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos.

Todos los residuos peligrosos almacenados temporalmente y generados por la 286 CCI Baja California Sur V, serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para su confinamiento o si estos son factibles de reciclar, como el aceite gastado, se encargará de enviarlo a una empresa especializada para su reciclamiento.

La disposición final se realizará en sitios autorizados tal y como se indica en la **Tabla II.9**.

A.3. Etapa de Desmantelamiento

Se tendrán áreas para el mantenimiento de maquinaria donde se efectuará el cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y reparaciones generales, en dicha área se tendrán tambos etiquetados donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceites, grasas o solventes; así mismo se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados. Posteriormente estos tambos con desechos peligrosos claramente identificados, serán enviados al almacén temporal de residuos peligrosos donde se les asignará un área específica.

Todos los residuos peligrosos almacenados temporalmente dentro de las instalaciones de la obra de desmantelamiento serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para su confinamiento o si éstos son factibles de reciclar, como el aceite gastado, se encargará de enviarlo a una empresa especializada para su reciclamiento.

B. Residuos sólidos no peligrosos.

B.1. Etapa de preparación del sitio y construcción

a) Generación

La 286 CCI Baja California Sur V producirá residuos sólidos no peligrosos que se indican en la **Tabla II.10**.

Tabla II.10. Generación de residuos sólidos no peligrosos durante la preparación del sitio y construcción.

Materiales	Cantidad generada	Disposición final
Residuos Sanitarios	1 100 m ³	Una empresa especializada se encargará de su recolección y traslado a una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de La Paz.
Basura Doméstica	35 contenedores de 200 l/semana	Será puesta en tambos cerrados, para que se transporte a los sitios de disposición final respectivos indicados por el Municipio.
RECICLABLES: Cartón Madera Metal	7 m ³ /semana	Son puestos a disposición del servicio municipal de recolección de residuos sólidos.

b) Manejo y disposición

Los desechos orgánicos y el material terrígeno generados durante el desmonte y el despalme, serán colectados en montículos para que sean vaciados a un camión colector que los transportará a su sitio de disposición final, el cual será indicado por la autoridad municipal de La Paz, B. C. S. Los desechos producto de las obras de construcción, como la generación y manejo del concreto y la pedacería de ladrillo, serán alojados en sitios específicos dentro del predio de la obra, para proceder mediante camiones, a su envío a sitios para su disposición final según lo indique el municipio.

Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente en tanto se encuentra algún interesado en su adquisición, de no haberlo deberán ser enviados a sitios autorizados por el municipio de La Paz, BCS.

La basura orgánica que se genere en oficinas y comedores deberá ser colectada diariamente y puesta en un sitio de acopio en tambos herméticamente cerrados para evitar la generación de fauna nociva, dichos residuos serán enviados a los sitios de depósito final autorizados por el municipio.

B.2. Etapa de operación y mantenimiento

a) Generación

En la etapa de operación de la Central se generarán los residuos sólidos no peligrosos (basura doméstica y residuos reciclables en cantidades mínimas) que se muestran en la **Tabla II.11.**

b) Manejo y disposición

Los residuos serán colectados en botes etiquetados procurando su separación. Los desechos domésticos serán dispuestos en sitios autorizados aprovechando el servicio municipal de colección; los residuos reciclables serán también puestos a disposición de las autoridades municipales, ya que son de un volumen insignificante para buscar un mecanismo de venta.

Tabla II.11. Generación de residuos sólidos durante la operación del proyecto.

Materiales	Cantidad generada	Disposición final
Basura doméstica	5 toneladas/año	Será almacenada temporalmente en tambos y puesta a disposición del servicio municipal de recolección de basura
RECICLABLES Cartón Madera Metal	Cantidad despreciable	La generación de este tipo de residuos es despreciable por lo que se pondrá a disposición del servicio municipal para su reuso

B.3. Etapa de Desmantelamiento

Los desechos producto de las obras de demolición serán alojados en sitios específicos dentro del predio de la obra, para proceder mediante camiones, a su envío a sitios para su disposición final según lo indique el municipio.

Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente en tanto se encuentra algún interesado en su adquisición, de no haberlo deberán ser enviados a sitios autorizados por el municipio de La Paz, BCS.

La basura orgánica que se genere en oficinas y comedores deberá ser colectada diariamente y puesta en un sitio de acopio en tambos herméticamente cerrados para evitar la generación de fauna nociva, dicho residuo será enviado a los sitios de depósito final autorizados por el municipio.

II.2.7.2. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos

A. Residuos semi-líquidos y líquidos peligrosos

Los residuos semi-líquidos y líquidos que se generan en la etapa de operación de esta Central son en las siguientes áreas: manejo y tratamiento de combustibles, casa de maquinas y transformadores.

Estos residuos se depositan en un tanque de lodos sucios y aceites gastados de la 286 CCI Baja California Sur V y posteriormente se envían a la planta de Tratamiento de Lodos existente en la 235 CCI Baja California Sur IV, obteniendo :

- Aceite limpio que se envía a un tanque de almacenamiento temporal de lodos y aceites gastados limpios existente en la CCI Baja California Sur,
- Lodos pesados o concentrados, que se envían a disposición final en tambos de 200 lts, y
- Efluentes acuosos que se envían a la fosa de neutralización de la 286 CCI BCS V y posteriormente a la laguna de evaporación existente en la CCI Baja California Sur.

B. Residuos líquidos no peligrosos

B.1. Etapas de preparación del sitio y construcción.

a) Generación

Durante esta etapa se generarán los siguientes tipos de residuos.

Residuos sanitarios: El volumen generado de residuos sanitarios esperado durante la preparación del sitio y la construcción asciende a 1 100 m³.

Efluentes ácidos-alcalinos: Al final de la construcción se harán pruebas de comportamiento y funcionamiento de los equipos (puesta en servicio), en dicha etapa se crearán volúmenes importantes (10 000 m³) de efluentes. Durante la puesta en servicio de los equipos principales de la 286 CCI Baja California Sur V, se tendrán dos actividades que generarán un volumen importante de aguas residuales por un corto periodo y las cuales se describen a continuación:

- ✓ El procedimiento de la limpieza química involucra el desengrasado, limpieza y pasivado de los intercambiadores de calor, la tubería de vapor y la asociada, dicho procedimiento consiste en rellenar los sistemas mencionados con un lote de detergente en solución de agua desmineralizada, nitrato de sodio y un inhibidor. Una vez llenados los sistemas, la solución se calentará y circulará a través del equipo para formar una pequeña capa inhibidora de corrosión y posteriormente se llenará la

tubería de agua desmineralizada. El agua residual generada es una solución ácida con residuos de óxidos de hierro y detergente.

- ✓ Durante la prueba hidrostática a los intercambiadores de calor, este equipo se llenará con agua desmineralizada (con inhibidores para la corrosión tales como 10 mg/l de amoníaco y 200 mg/l de hidrato de hidracina) para verificar que no haya fugas.

b) Manejo y disposición

Residuos sanitarios: serán dispuestos en sanitarios portátiles colocados en los frentes de obras y para las oficinas se dispondrá de fosas sépticas. Periódicamente se limpiarán los contenidos de los sanitarios y de las fosas sépticas, tales residuos deberán ser llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final. Estos residuos serán colectados regularmente por una empresa quien deberá acreditarse debidamente, mostrando los documentos que le autorizan ejecutar esta actividad, indicando cuál será el sitio de disposición final que le dará a estos residuos, preferentemente una planta de tratamiento de aguas residuales.

Efluentes ácidos-alcalinos: el agua residual generada de la limpieza de los equipos es una solución ácida con residuos de óxidos de hierro y detergente, dicha agua deberá ser neutralizada, para proceder a su colección y disposición final por una empresa autorizada para su transporte y tratamiento final, cumpliendo con las condiciones que indique la norma NOM-001-SEMARNAT-1996. Las aguas residuales producto de la prueba hidrostática a los intercambiadores de calor, se descargarán a una fosa de neutralización y posteriormente se procederá a su colección y disposición final por una empresa autorizada para su transporte y tratamiento final, cumpliendo con las condiciones que indique la norma NOM-001-SEMARNAT-1996.

Adicionalmente, dentro del predio de la obra y en su perímetro se construirá un drenaje pluvial, el cual tendrá el desnivel necesario para captar el agua pluvial que reciba el predio, la cual será desechada en los arroyos temporales aledaños a la central, procurando no alterar los patrones de escurrimiento actuales.

B.2. Etapa de operación

Generación, manejo y disposición

Durante la etapa de operación se tendrán diferentes efluentes los cuales recibirán el

tratamiento respectivo para posteriormente pasar a la laguna de evaporación, existente en la 48 CCI Baja California Sur I.

Durante la operación de la Central se utilizará:

- Agua desmineralizada mediante una planta de tratamiento de agua del tipo electrodionización, repuesto al ciclo agua vapor y la reposición al sistemas cerrado de enfriamiento y sus auxiliares..
- uso de agua destilada, previa carbonatación, para servicios y contra incendio y calentamiento de combustóleo.

El agua destilada se obtiene a partir de agua de mar pasando a través de evaporadoras ya instaladas en los terrenos de la Unidad 3 de la CT Punta Prieta II, se envía a un tanque de almacenamiento de agua destilada existente en la CT Punta Prieta II, y mediante el acueducto se envía el agua destilada a un tanque de almacenamiento existente en la actual CCI Baja California Sur, de este punto el agua destilada se envía a la 286 CCI Baja California Sur V de la siguiente manera:

A un tanque para almacenamiento de agua destilada y posterior envío a la planta de tratamiento de agua para repuesto tipo electrodeionización y almacenamiento en un tanque de agua tratada para su empleo en recuperadores de calor, circuito cerrado de agua de enfriamiento y dosificación de químicos.

Otra parte de agua destilada se pasa por un sistema carbonatador de la 286 CCI Baja California Sur V, para llegar a los tanques de servicios y contra incendio de la 286 CCI Baja California Sur V y diversos servicios (estaciones casa de máquinas, limpieza de motor, centrifugadora, entre otros).

La cantidad de agua destilada requerida por la Central es de aproximadamente 0,33 l/s, parte de esta agua será destinada a servicios y al sistema de control de incendios, y otra parte se suministra a la planta de tratamiento de agua por electrodeionización, obteniendo agua desmineralizada para repuesto al ciclo y al sistema de enfriamiento..

Las aguas residuales industriales provenientes de las purgas del recuperador de calor, tendrán una concentración de sólidos disueltos no superior a 50 mg/l, serán tratadas en la fosa de neutralización de la 286 CCI Baja California Sur V, en la cual se regulará su grado de acidez (pH) para ser enviadas a la laguna de evaporación existente en la actual CCI Baja

California Sur, previo tratamiento de neutralización.

Las aguas residuales industriales con altos contenidos de grasa y aceites, serán tratadas en un separador coalescente tipo industrial de la 286 CCI Baja California Sur V, la fase acuosa se enviará a la fosa de neutralización de la 286 CCI Baja California Sur V, y posteriormente a la laguna de evaporación existente en la CCI Baja California Sur, y las grasas y aceites separados serán enviados a un tanque de almacenamiento temporal y de este se deberá interconectar a la Planta de Tratamiento de Lodos que se construye en la 235 CCI Baja California Sur IV. Las aguas residuales industriales, incluyendo las provenientes de la fosa de neutralización y de los separadores de grasas y aceites, se envía a la laguna de evaporación de la CCI Baja California Sur, tales aguas contienen sales disueltas de sulfatos, carbonatos y cloruros, que en la laguna formarán un residuo inocuo que durante los mantenimientos se deberá disponer en un sitio autorizado por la autoridad ambiental.

Lo anterior cumple con el concepto de descarga cero para los efluentes generados dentro del predio de la 286 CCI Baja California Sur V. En cuanto a la generación de salmuera, esta NO se incrementará en su gasto, ya que solo se emplearán las evaporadoras actualmente en operación y se optimizarán incremento sus horas de servicio. Finalmente la generación de salmuera (que no se verá incrementada) se diluirá en el canal de descarga de la actual CT Punta Prieta.

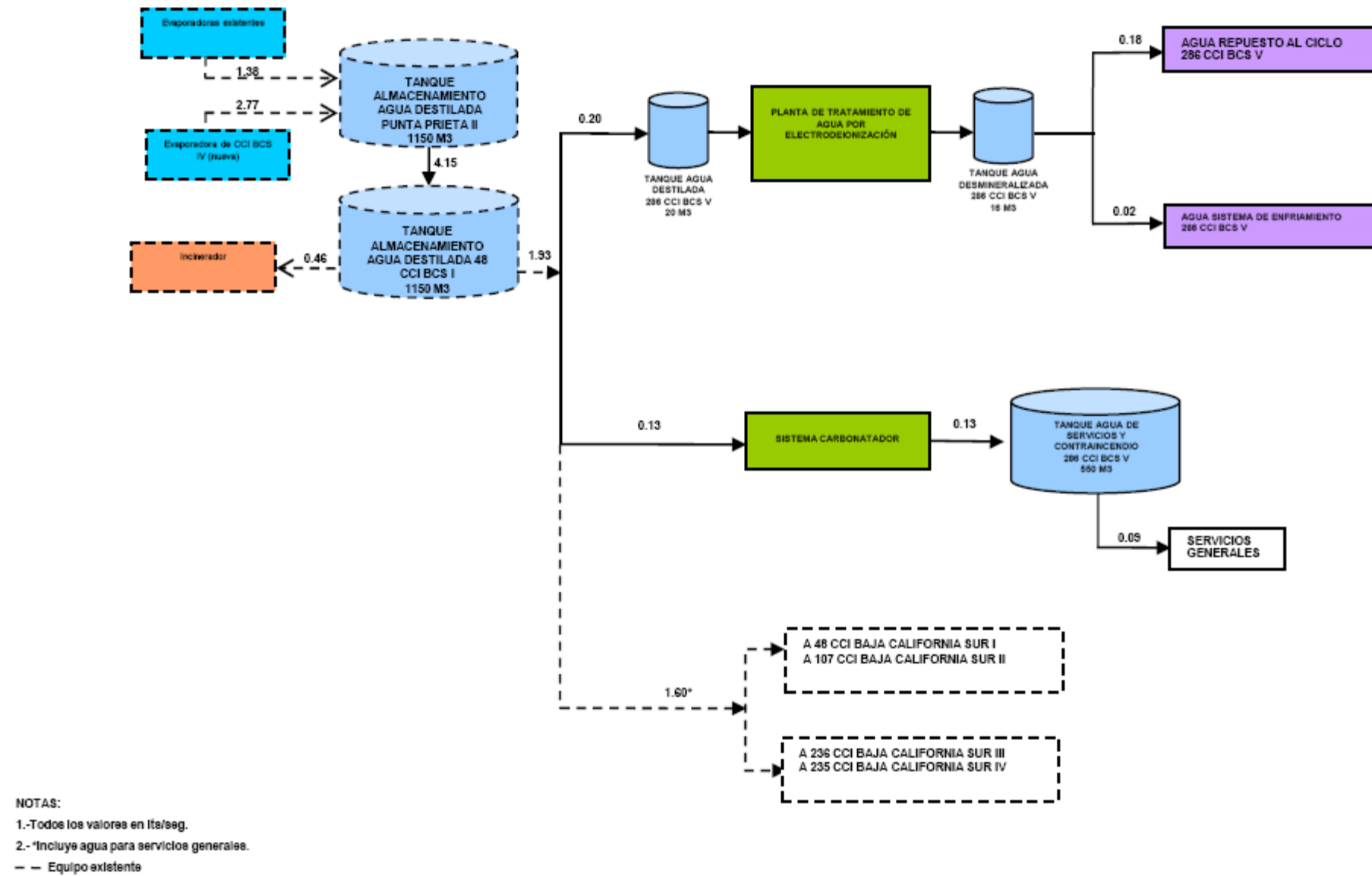
El agua desmineralizada requerida por todos aquellos equipos del Proyecto que requieran agua, se obtiene de una planta de tratamiento de agua por electrodeionización, la cual es alimentada con agua destilada, en este tipo de planta no se tienen efluentes químicos, por lo que no verán incrementados los efluentes de origen ácido alcalino.

En la **Figura II.9** se muestra el balance de agua estimado que se tendrá en la operación de la 286 CCI Baja California Sur V. En él se puede apreciar los principales tratamientos que recibirá el agua ser empleada en el proceso de generación de energía eléctrica.

Las aguas residuales industriales del efluente que se envía a la laguna de evaporación tienen las siguientes características:

pH	6 - 9
Temperatura	< 30 °C
Sólidos Suspendidos Totales	< 40 mg/l

Grasas y aceites	< 25 mg/l
Materia flotante	ausente
Sólidos Sedimentables	< 3 ml/l
Demanda bioquímica de oxígeno	< 30 mg/l
Cobre	< 3 mg/l
Fierro	< 2 mg/l
Fósforo	< 12 mg/l
Zinc	< 2 mg/l.



BALANCE ESTIMADO DEL USO DE AGUA PARA LA 286 CCI BAJA CALIFORNIA SUR V

Figura II.9. Balance de agua.

El diseño de la central contempla la construcción de un drenaje pluvial, el cual tendrá el desnivel necesario para captar el agua pluvial que reciba el predio y enviarla a los arroyos temporales aledaños a la central, procurando no alterar los patrones de escurrimiento actuales.

El manejo de las aguas residuales sanitarias generadas será mediante las instalaciones existentes en la actual CCI Baja California Sur.

B.3. Etapa de Abandono

En esta etapa sólo se generarán principalmente residuos de origen sanitario, los cuales serán dispuestos en sanitarios portátiles colocadas en los frentes de obras y para las oficinas se dispondrán de fosas sépticas. El volumen generado de residuos sanitarios esperado durante esta etapa se estima en 600 m³.

Periódicamente los residuos sanitarios serán colectados por una empresa, quien deberá acreditarse debidamente, mostrando los documentos que le autorizan ejecutar esta actividad, indicando cuál será el sitio de disposición final que le dará a estos residuos, preferentemente en una planta de tratamiento de aguas residuales.

II.2.7.3. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

A. Etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la 286 CCI Baja California Sur V, sólo se tendrán fuentes móviles las cuales emplearán gasolina o diesel. En la **Tabla II.12** se indican los requerimientos de maquinaria y equipo en esta etapa haciendo énfasis en el número de los equipos, el tiempo que se empleará y la tasa de emisión de contaminantes esperada. Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites aplicables a vehículos, éstos se someterán, al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. Cabe aclarar que no existe en la actualidad norma de emisiones que regule las emisiones originadas por maquinaria dedicada a la construcción. Las emisiones estimadas de estos equipos se presentan en la **Tabla II.12**.

También se generarán partículas suspendidas por las actividades de excavaciones y nivelación, así como por el transporte de materiales y equipos.

Tabla II.12. Equipo y maquinaria utilizados durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra ¹	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos (dB)	Emisiones a la atmósfera (g/s)	Tipo de combustible
Criba de agregados	Preparación del sitio	2	18	8	No mayor a 92	No Disponible	Diesel
Camión con grúa de 3 t	Preparación del sitio	2	8	8	No mayor a 92	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Camión de volteo	Preparación del sitio	5	8	8	No mayor a 92	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Compresor	Preparación del sitio	3	5	8	No mayor a 99	No Disponible	Diesel
Bomba de concreto	Preparación del sitio	3	12	8	No mayor a 99	No Disponible	Diesel
Compactador vibratorio autopropulsado	Preparación del sitio	4	16	8	No mayor a 99	No Disponible	Diesel
Rippler	Preparación del sitio	2	8	8	No mayor a 92	No Disponible	Diesel
Motoconformadora	Construcción	2	8	8	No mayor a 99	No Disponible	Gasolina
Camioneta de estacas	Construcción	4	22	8	No mayor a 86	HC 0,41 CO 7,0 NOx 2,0	Gasolina
Camión de volteo	Construcción	3	20	8	No mayor a 86	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Camión pipa para agua	Construcción	2	20	8	No mayor a 86	HC 0,41 CO 7,0 NOx 2,0	Gasolina
Retroexcavadora	Construcción	2	12	8	No mayor a 92	No Disponible	Diesel
Cepillo de banco	Construcción	1	7	8	No Disponible	No Disponible	Gasolina
Tractor de oruga	Construcción	2	8	8	No mayor a 92	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Canteadora de banco	Construcción	1	7	8	No Disponible	No Disponible	Gasolina
Cargador frontal	Construcción	3	13	8	No Disponible	No Disponible	Gasolina
Cortador de varilla	Construcción	3	20	8	No Disponible	No Disponible	Gasolina
Doblador de varilla	Construcción	7	20	8	No Disponible	No Disponible	Gasolina
Vibrador de concreto	Construcción	8	20	8	No mayor de 99	No Disponible	Gasolina
Revolvedora de concreto	Construcción	4	20	8	No mayor de 99	No Disponible	Diesel
Planta de concreto	Construcción	1	16	8	No mayor de 86	No Disponible	Diesel
Camión revolvedor	Construcción	2	16	8	No mayor a 86	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel

Tabla II.12. Continuación.

Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra ¹	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos (dB)	Emisiones a la atmósfera (g/s)	Tipo de combustible
Camión con petrolizadora	Construcción	1	6	8	No mayor a 86	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Equipo de sand blast	Construcción	3	8	8	No mayor a 99	No Aplica	No Aplica
Grúa sobre orugas de 300 t	Construcción	1	8	8	No mayor a 99	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Grúa de 55 t	Construcción	1	8	8	No mayor a 99	No Disponible	Diesel
Grúa sobre camión de 120 t	Construcción	1	8	8	No mayor a 99	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Máquina soldadora	Construcción	20	14	8	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Equipo para pintura	Construcción	8	14	8	No mayor a 86	No Disponible	Gasolina
Grúa de 20 t	Construcción	2	8	8	No mayor a 86	No Disponible	Diesel
Malacate de 25 t	Construcción	2	8	8	No mayor a 86	No Disponible	Diesel
Tractocamión con plataforma de 50 t	Construcción	2	4	8	No mayor a 99	HC 0,8 CO 10,0 NOx 2,3	Diesel
Relevador de esfuerzo	Construcción	2	4	8	No mayor a 99	No Disponible	Gasolina

B. Etapa de Operación

Fuentes Móviles: En la etapa de operación sólo se requerirán alrededor de 30 vehículos para transporte de personal y alrededor de 10 montacargas. En la **Tabla II.13** se presentan las emisiones estimadas por el uso de esos vehículos.

Tabla II.13. Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles durante la operación de la 286 CCI Baja California Sur V.

Equipo	Cantidad	Horas de trabajo diario	Emisiones a la atmósfera (g/milla) ¹		Tipo de combustible
Vehículos	30	8 h/día	HC	0,41	Gasolina
			CO	7,0	
			NO _x	2,0	
Montacargas	10	12 h/día	HC	0,41	Gasolina
			CO	7,0	
			NO _x	2,0	

1 Datos obtenido de "Environmental Engineering Handbook", Rowe, Tchobanogluos, pp.

Fuentes fijas: la única fuente fija que se tendrá durante la operación de la 286 CCI Baja California Sur V corresponden a la máquina de combustión interna (motores ciclo Diesel, el cual para su funcionamiento requerirá de combustóleo y/o Diesel a una tasa de 160 m³/día de combustóleo mezclado con 11 m³/día de Diesel ó como combustible de respaldo 180 m³/día de Diesel, y que como consecuencia generarán óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas.

La emisión de contaminantes esperada por la operación de la central se presenta en la **Tabla II.14**, considerando un factor de carga máximo de este tipo de este tipo de unidades (100 %) y combustible nacional.

Los valores de las emisiones para NO_x utilizando combustóleo cumplen con las condiciones establecidas por el Banco Mundial (2 000 mg/m³ a 15 % de O₂), e indicadas por la autoridad en procesos similares, según oficio SGPA/DGIRA/DAT/0406/05 del 13 de junio de 2005 (**Anexo 4**).

Las tasas de emisión de SO₂ y partículas han sido estimadas considerando que el combustóleo tiene un contenido de azufre de 4%. Tanto la emisión de SO₂ como de partículas son dependientes de la calidad del combustible, por lo que la emisión resultante es la condición más desfavorable al evaluar el impacto a la calidad del aire. Dichas emisiones cumplen con los límites establecidos por la autoridad ambiental en procesos similares (2 200 ppm y 350 mg/m³ respectivamente a 5 % de O₂), según oficio SGPA/DGIRA/DAT/0406/05 del 13 de junio de 2005.

La 286 CCI Baja California Sur V requerirá para su operación, de la instalación de equipos de control de emisiones a la atmósfera para NO_x, además incorpora desde su diseño adecuaciones al sistema de combustión. Las adecuaciones al sistema de combustión consisten en un sistema de baja generación de NO_x, que consiste en un sistema de control de la combustión, mediante el retardamiento del tiempo y control de la inyección de combustible a cada cámara de combustión.

Las condiciones de operación y emisiones de la 286 CCI Baja California Sur V se presentan en la **Tabla II.14**. Las emisiones presentadas en dicha tabla corresponden a las emisiones de NO_x, SO₂ y partículas arriba indicadas.

Tabla II.14. Condiciones de operación y emisiones para la 286 CCI Baja California Sur V (1U de 43 MW a condiciones de diseño de verano), sin equipo SCR.

Parámetros	286 CCI BCS V	Unidades
Emisiones de NO _x	176,7	g/s
Emisiones de SO ₂	171,5	g/s
Emisiones de PM10	10,9	g/s
Temperatura del gas de salida	185	°C
Velocidad del gas de salida	35,6	m/s
Altura de cada chimenea	70	m
Diámetro interior	2,5	M
Flujo volumétrico a la salida	174,7	m ³ /s

C. Etapa de Abandono.

Para el caso de la etapa de abandono se considera el empleo del mismo tipo de maquinaria y equipo empleado durante la construcción, pero al 50% en cuanto a cantidad y tiempo requerido durante la obra. Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites de emisión aplicables a vehículos éstos se someterán, al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. Cabe aclarar que no existe en la actualidad norma de emisiones que limite las originadas por maquinaria dedicada a la construcción. En el momento que se abandone el sitio se verificará la normativa de emisiones vigente y se adoptarán las medidas de control pertinentes.

Dado que el nivel de emisiones a la atmósfera no es significativo, además de temporal y proveniente de fuentes móviles, no se considera necesario llevar a cabo un estudio de dispersión de contaminantes a la atmósfera.

II.2.7.4. Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad térmica o luminosa

A. Etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

Durante la preparación del sitio y construcción de la 286 CCI Baja California Sur V se tendrán como fuentes emisoras de ruido a la maquinaria y equipo empleadas en la construcción, dicha emisión de ruido será temporal y generalmente durante el día. El nivel de ruido estimado a un metro de distancia del equipo de origen se presenta en la **Tabla II.15**. Dicha maquinaria estará en los frentes de obra, (dentro de los límites del predio), por lo que el nivel de ruido no excederá los 68-65 dB medidos en el perímetro de la obra, con lo cual se cumplirá lo indicado en la norma NOM-081-SEMARNAT-1994. Para el empleo del equipo y la maquinaria será obligatorio el uso de protectores auditivos, con lo cual se dará atención a lo establecido en la norma NOM-011-STPS-2001 relativa a aspectos laborales.

Durante la puesta en servicio se tendrá otra fuente de generación de ruido debido al arranque y operación de los motogeneradores. Sin embargo siempre se emitirán niveles de ruido por debajo de los indicados en la norma NOM-081-SEMARNAT-94, por lo que no se contempla dar aviso previo ni a las comunidades aledañas ni a las autoridades municipales correspondientes. Durante la preparación del sitio y construcción de la 286 CCI Baja California Sur V no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

Tabla II.15. Generación de ruido por el equipo y maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Equipo y/o maquinaria	Cantidad	Nivel de ruido (dB)	Uso estimado (meses)
Trascabo	2	No mayor a 86	15
Retroexcavadora	3	No mayor a 86	15
Motoconformadora	2	No mayor a 86	15
Camión de Volteo	10	No mayor a 86	10
Compactador de rodillos	2	No disponible	9
Camión pipa	3	No mayor a 86	20
Vibrador de Concreto	7	No mayor a 86	10
Revolvedora	6	No mayor a 96	10
Bomba de concreto	2	No mayor a 86	10
Cortadora de varilla	2	No disponible	20
Dobladora de varilla	2	60	20
Camión grúa de 3 t	2	80	15
Camión grúa de 8 t	1	80	15
Compresor	5	No mayor a 96	20
Grúa 10 t	2	60	15
Grúa 15 t	1	60	2
Grúa 20 t	1	60	2
Grúa 80 t	1	60	2
Grúa 100 t	1	60	2
Grúa 140 t	1	60	2
Plataforma hidráulica	1	60	2
Tractocamiones	6	No mayor a 96	2
Low boys	3	No disponible	2
Máquina para soldar	15	60	20
Equipo para pintura	4	60	20
Equipo de corte (oxi-acetileno)	4	No disponible	10
Pick up	5	No mayor a 86	24
Vagoneta	2	No mayor a 86	20
Torres de iluminación	5	No aplica	5
Planta dosificadora de concreto	2	No mayor a 96	20
Camión de transporte de personal	1	No mayor a 96	20
Equipo para SAND BLAST	3	No mayor a 96	10

Notas: 1. Nivel de ruido medido a 1 m del equipo de origen

2. Su nivel de ruido es alto por el trabajo que efectúan, siendo empleado en la obra en un lapso corto.

B. Etapa de Operación.

En la etapa de operación existe una gran cantidad de motores, equipos y componentes, los cuales son fuentes generadoras de ruido, pero que pueden agruparse para identificarse de manera conjunta, destacando las siguientes áreas de la 286 CCI Baja California Sur V:

- Área de motogeneradores dentro de la casa de máquinas, donde sobresalen los motores diesel y los generadores eléctricos respectivos. La cual es un área cerrada lo que previene la dispersión del ruido.
- Área de casa de máquinas donde se alojan motores y componentes eléctricos, la cual es un área cerrada lo que evita la dispersión del ruido.
- Área de radiadores que constituye un área abierta.
- Área de los generadores de vapor- recuperadores de calor, donde existen válvulas de alivio que se activan intermitentemente y se ubican en un área abierta.

Por la ubicación de las áreas indicadas arriba, no se ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-65 dB, con lo cual se atenderá los requerimientos de la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

Para el tránsito o trabajo en las áreas donde se genera ruido que supere los niveles permitidos, se requerirá el uso obligatorio de protectores auditivos, con lo cual se dará atención a lo establecido en la norma NOM-011-STPS-2001 para aspectos laborales.

Durante la operación de la 286 CCI Baja California Sur V no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

C. Etapa de abandono

Para el caso de la etapa de abandono se considera el empleo del mismo tipo de maquinaria y equipo empleado durante la construcción, pero al 50 % en cuanto a cantidad y tiempo requerido durante la obra. Por la ubicación de las áreas de demolición las cuales estarán alejadas del perímetro de la 286 CCI Baja California Sur V, no ocasionarán niveles de ruido superior a los 68 - 65 dB, medido en el perímetro de dicha central, con lo cual se atenderá los requerimientos de la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

Para el tránsito o trabajo en las áreas donde se genera ruido se requerirá el uso obligatorio de protectores auditivos, con lo cual se dará atención a lo establecido en la norma NOM-011-STPS-2001 para aspectos laborales.

Durante la etapa de abandono de la 286 CCI Baja California Sur V no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

II.2.7.5. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

La Cd. de La Paz cuenta con un sitio para el manejo y disposición final de los residuos (relleno sanitario), el cual se ubica justo a un costado donde se pretende instalar la central. El relleno sanitario cuenta con una dimensión territorial de 50 hectáreas, recibiendo aproximadamente 250 t diarias de basura. Asimismo, se cuenta con 20 unidades especiales para levantamiento de basura. El Ayuntamiento de La Paz tiene contemplado construir otro relleno municipal para cubrir las necesidades del crecimiento poblacional y actividades productivas. Considerando que en la operación de la Central se generarán 5 t de residuos al año, lo cual representa el 2% de las que se reciben en el relleno diarios, se presume que se podrá cumplir fácilmente por parte del municipio con este servicio.

Por otro lado, se cuenta en la ciudad de La Paz con una planta de tratamiento para el manejo de aguas residuales, la cual se ubica en las inmediaciones de aeropuerto. El proyecto no creará demandas sobre este servicio ya que contará con su propia planta durante la etapa de operación.

En cuanto al reciclamiento y disposición de residuos peligrosos, no existe infraestructura en la ciudad para este tipo de actividad, solo existe una empresa (Transportes Valtierra) que se encuentra registrada ante la autoridad ambiental, para el manejo y transporte de residuos peligrosos como aceites usados.

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

Si bien es cierto que de acuerdo a lo dispuesto tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como en su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, uno de los apartados que deben de contener los estudios de impacto ambiental en sus diversas modalidades, es el relacionado a la vinculación que tiene el proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental; también lo es que el instrumento de planeación por excelencia para el Estado lo es el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013, en el que se establece con precisión las políticas públicas que han de implementarse para el desarrollo del País.

En ese sentido, El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, señala que *“En México, las empresas e individuos deben tener pleno acceso a insumos estratégicos, tales como financiamiento, **energía** y las telecomunicaciones. Cuando existen problemas de acceso a estos insumos, con calidad y precios competitivos, se limita el desarrollo ya que se incrementan los costos de operación y se reduce la inversión en proyectos productivos.”*

En el Eje Rector IV. México Próspero, correspondiente al de energía, establece que el uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. Por ello, es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía.

Por otro lado, y en la misma tesitura, los preceptos relativos a la regulación de uso del suelo son los que marcan la pauta para que un proyecto sea viable en materia ambiental; y con el fin de determinar la compatibilidad de las características y alcance del proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V, con respecto a las políticas, lineamientos y disposiciones establecidas en los diferentes documentos de planificación del desarrollo y normativos ambientales en vigor, se consultaron los documentos vigentes recomendados por la Guía para presentar una manifestación de impacto ambiental, modalidad regional, siendo estos los siguientes:

a) Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados; b) Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o de centro de población; c) Normas oficiales mexicanas; d) Planes y programas de manejo de ANPS; e) Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica; f) Otras áreas de interés para la conservación; y g) Bandos y reglamentos municipales.

III.1 Planes de Ordenamiento Ecológico decretados por la Federación.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET).**

Como lo señala el propio documento, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 2003 y reformado el 28 de septiembre de 2010. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán de observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

De acuerdo a la ubicación del proyecto señalada en el inciso II.1.3, del capítulo II, el proyecto 286 CCI Baja California Sur V, se encuentra dentro de la Región Ecológica 2.32 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 4, cuyas características se muestran en la **Figura III.1**.

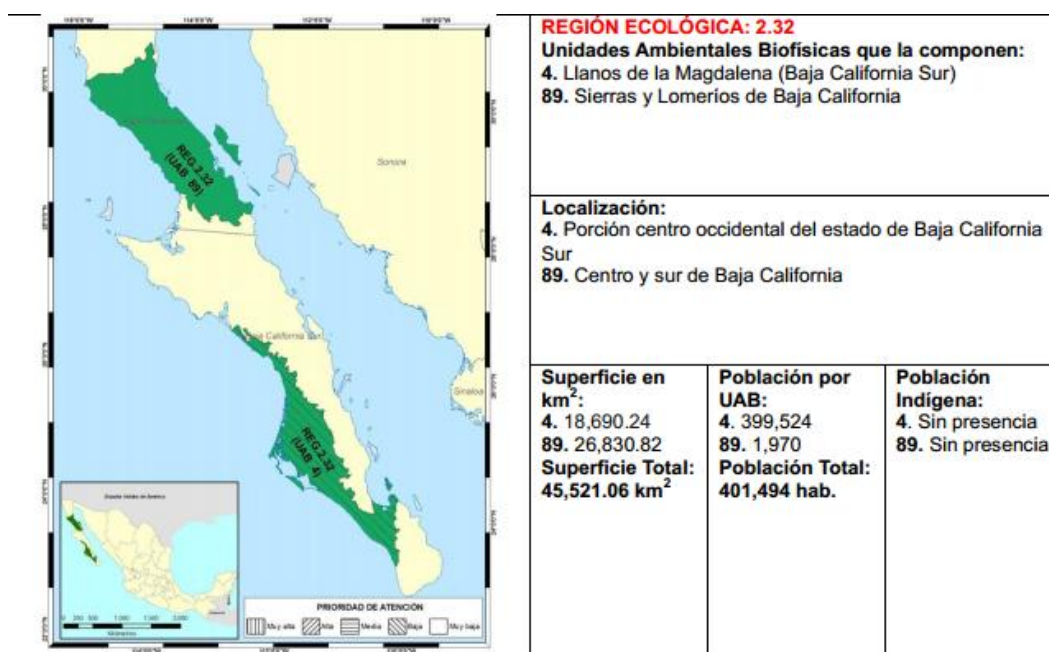


Figura III.1. Región Ecológica 2.32. UAB 4 y 89.

De la misma manera, la ficha técnica correspondiente a esta Unidad Ambiental Biofísica ubicada en la Región Ecológica 2.32, establece que el estado actual (2008) del medio ambiente es:

Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Alto. Muy baja superficie de ANP's. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 6.1. Muy baja marginación social. Alto índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Baja importancia de la actividad ganadera.

De acuerdo a lo que se establece en la misma Ficha Técnica, los niveles de corresponsabilidad sectorial en la conducción del desarrollo sustentable para esta Unidad Ambiental Biofísica, que resultaron del análisis sistémico realizado y que forman parte de la propuesta del Programa, se muestran en la **Tabla III.1.**

Tabla III.1. Niveles de corresponsabilidad sectorial.

UBA	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés
4	Preservación de Flora y Fauna	Minería - Turismo	Forestal	CFE – SCT

Como se observa, en esta tabla se incluyen las actividades sectoriales rectoras, coadyuvantes, asociados del desarrollo y otros sectores de interés, dentro de los que se señala al sector eléctrico, específicamente a la CFE. El documento, señala que esta clasificación indica el grado de corresponsabilidad de cada uno de los sectores que participarán en la instrumentación del POEGT a través de sus programas, proyectos y acciones sectoriales a fin de contribuir al desarrollo sustentable del territorio nacional.

Aunado a ello dentro de las estrategias se establece para esta unidad el Impulsar el

ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

En esa tesitura, el Proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V se vincula a este instrumento de planeación y concuerda con el mismo, por lo que no solo no se contrapone con él, sino que es congruente con lo que dispone.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.**

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de política ambiental, dirigido a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. Comprende 22 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con características homogéneas en términos de los patrones regionales de presión, fragilidad y vulnerabilidad; 15 limitan con la costa y se denominan unidad de gestión costera (UGC) y 7 se ubican en medio del océano y se denominan unidad de gestión oceánica (UGO).

El área de estudio donde se ubica la 286 CCI Baja California Sur V se encuentra a 6.5 km fuera de los límites de la UGC1 Los Cabos-La Paz (**Figura III.2**), sin embargo se considera conveniente analizar el proyecto como si estuviera dentro de dicha UGC1.

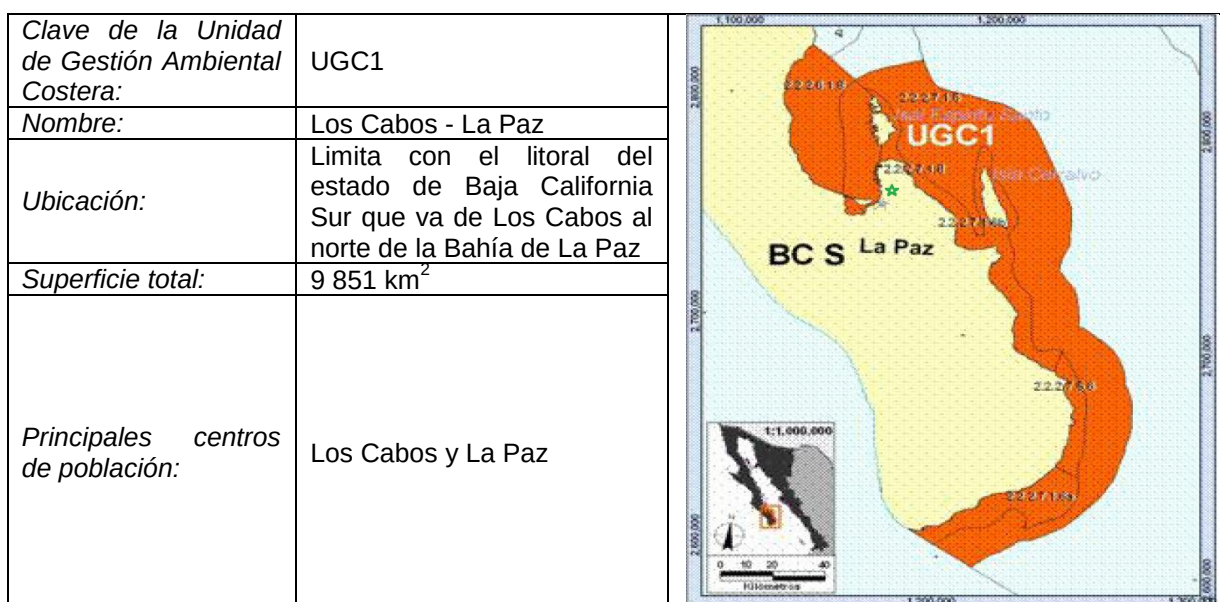


Figura III.2. Unidad de Gestión Costera UGC1. La Paz-Los Cabos.

La UGC1 Los Cabos-La Paz establece que para las actividades productivas que se pretendan desarrollar en ella deberán seguir los siguientes lineamientos ecológicos: *“desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales. En esta Unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de prevención que permita mantener los niveles de presión actual”.*

El Programa plantea una serie de acciones de aplicación regional por sector, dirigidas al desarrollo de las actividades productivas en el Golfo de California bajo principios de sustentabilidad. Asimismo, señala que a través de estas acciones se promueve la coordinación interinstitucional para la atención de problemas ambientales, para el sector energía dispone lo que se incorpora en la **Tabla III.2**, en la que se indican las acciones generales de sustentabilidad particulares establecidos para el sector energía, así como el grado de compatibilidad del proyecto 286 CCI Baja California Sur V con estos.

Tabla III.2. Grado de compatibilidad del proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V con los criterios del sector energía políticas y estrategias.

Criterio particular sector energía	Grado de cumplimiento
Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats;	El promovente ingresará junto con este manifiesto la solicitud de autorización de cambio de uso del suelo elaborando para ello un estudio técnico justificativo (ETJ); y como se menciona en el capítulo II, apartado II.2.4, , así como en el capítulo VI, el promovente declara que las actividades de desmonte se realizarán de acuerdo con un procedimiento de rescate de flora y fauna que garantice una tasa de sobrevivencia de las poblaciones de especies en riesgo
Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros.	En el capítulo II apartado II.2.4 inciso D, el promovente declara que el predio en donde se construirá el proyecto 286 CCI Baja California Sur V se ubica en un área donde no existen cuerpos de agua importantes.

Relevante resulta lo expresado en el capítulo II (apartado II.1.2 y 4) de este manifiesto, en el sentido de que el proyecto 286 CCI Baja California Sur V, se ubicará en el predio aledaño a

las actuales centrales en operación; es decir es un sitio en el cual se dispone de la infraestructura necesaria para su operación (acueducto que facilita el suministro de agua; un combustoleoducto que facilita el abastecimiento de combustible y se tiene la interconexión al Sistema Baja California Sur (mediante la Subestación Coromuel), por lo que la magnitud del impacto ambiental por su construcción y operación será el menor posible comparado con la magnitud del impacto que se generaría en cualquier otro sitio. En este sentido, el proyecto permitirá mantener los niveles de presión actual al sistema ambiental, tal y como se establece en este Ordenamiento.

Asimismo, se reitera que el proyecto cumple con los criterios ecológicos (**Tabla III.2**) establecidos para el sector energía, ya que en su instrumentación se contemplarán las medidas necesarias para evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias, así como, evitar la degradación de la Bahía de La Paz.

Aunado a lo anterior, es de mencionar que de acuerdo al documento revisado, la UGC 01 La Paz – Los Cabos no se encuentra dentro de las de mayor prioridad, ya que señala que “*A partir del análisis de vulnerabilidad se identificaron cuatro unidades de gestión ambiental costeras de mayor prioridad a nivel regional*”.

UGC 10: Guaymas-Sonora Sur

UGC 11: Sinaloa Norte

UGC 12: Sinaloa Centro-Culiacán

UGC 14: Nayarit Norte

III.2 Planes y Programas de Desarrollo Estatales, Municipales o del centro de población.

- **Plan Estatal de Desarrollo de Baja California Sur 2011-2015. Gobierno del Estado de Baja California Sur (PEDBCS).**

Contrastando el capítulo II (Descripción del Proyecto) de este manifiesto con el propósito de ver la compatibilidad con el PEDBCS (**Tabla III.3**), consideramos que la 286 CCI Baja California Sur V es compatible y congruente con las políticas de desarrollo social y económico establecidas en el, ya que su implementación vendrá a satisfacer las demandas de energía eléctrica tanto de la región, como del Estado, dado de que se trata de un

elemento indispensable y clave para sustentar toda la actividad económica y social; Asimismo, su implementación se hará sobre las bases de un estudio de impacto ambiental, donde se considera una inversión en medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que pudieran generar su construcción y operación; coadyuvando con ello con las estrategias definidas en los apartados Desarrollo Social y Calidad de Vida y el de Desarrollo Económico Sustentable del PEDBCS.

Tabla III.3. Grado de compatibilidad del proyecto con las políticas y estrategias del Plan de Desarrollo del Estado de Baja California Sur.

Capítulo	Política / Estrategia	Cumplimiento
Desarrollo Social y Calidad de Vida	Lograr el bienestar de la población promoviendo a la Familia como eje de bienestar social.	286 CCI Baja California Sur V tiene como objetivo construir y operar una central generadora de energía eléctrica de combustión interna con el fin de satisfacer la creciente demanda de energía del Sistema Baja California Sur, lo cual es un elemento indispensable para el mejoramiento de la calidad de vida.
Seguridad Pública Integral y Justicia	Procurar que se respete el pleno derecho de los Sudcalifornianos y fortalezca su seguridad.	No aplica
Desarrollo Económico Sustentable	Orientado a impulsar una estrategia propia sobre el patrimonio natural, que funcione como herramienta de planeación que permita conservar la biodiversidad, tener un aprovechamiento sustentable y competitivo de los recursos naturales, a partir de proyectos productivos y de conservación y manejo adecuado a cada una de las regiones, y a partir de sus potenciales y vocaciones.	La operación de la 286 CCI Baja California Sur V permitirá ampliar la infraestructura para la generación de energía eléctrica que se requiere para consolidar en la región y en el Estado el desarrollo de los servicios de turismo, comercio e industria. Este documento forma parte de las autorizaciones ambientales que se deberán tramitar, por lo que su establecimiento se hará sobre las bases de lo autorizado en el resolutivo que derive de la evaluación de este manifiesto de impacto ambiental.
Gobierno de Calidad y Transparencia	Dirigido a lograr la confianza de los ciudadanos sobre la actuación del gobierno, a partir de la oportuna rendición de cuentas, el trabajo coherente con la voluntad ciudadana y el reconocimiento de su eficiencia, profesionalismo, transparencia y honestidad	No aplica

- **Plan Municipal de Desarrollo 2011-2015. H. XIV Ayuntamiento de La Paz.**

En este documento se plantean objetivos y estrategias con sus respectivas líneas de política, agrupadas en cinco ejes rectores:

1. La Paz, con desarrollo social integral;
2. La Paz, un municipio seguro y ordenado;
3. La Paz, competitiva y de oportunidades;
4. La Paz, un municipio con servicios públicos de calidad y respeto al medio ambiente; y
5. La Paz, un gobierno eficiente, transparente y moderno.

De estos 5 ejes rectores, para el caso del proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V, se encuentra vinculado con los capítulos relativo al crecimiento económico del Estado y un municipio con servicios públicos de calidad y respeto al medio ambiente, encuadrados en el eje 3 La Paz, competitiva y de oportunidad; y el eje 4 en los que se establece que es necesario implantar nuevas estrategias que permitan incrementar la inversión productiva y diversificar las actividades económicas del municipio, de manera que se genere el mayor bienestar posible; hace énfasis en la necesidad de realizar acciones de los gobiernos de los tres órdenes que permitan hacer de las ventajas comparativas, ventajas competitivas.

En ese sentido, resulta relevante lo que establece el Plan de Desarrollo Municipal para el proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V, considerando lo que señala en el sentido de que La Paz está considerada como una de las ciudades con mayor posibilidad de desarrollo en el subsector de construcción, especialmente porque está dedicada a las actividades terciarias que traen como consecuencia crecimiento demográfico y mega proyectos de inversión que requieren la participación de empresas constructoras y de servicios de agua potable, drenaje y **electrificación**; por lo que el proyecto no solo está vinculado a este instrumento de planeación sino que considera necesario se lleve a cabo para lograr el cumplimiento de sus objetivos.

Con esto se quiere lograr por un lado impulsar un proceso de cambio hacia nuevas formas de relación entre sociedad y naturaleza, que permita alcanzar un equilibrio dinámico entre la población, los recursos productivos, los patrones de uso y consumo de los recursos naturales, con criterios de equidad y justicia social, asegurando mantener la viabilidad de

diversas actividades productivas de las que dependen amplias cadenas económicas, mediante la protección y adecuado uso de los recursos naturales, utilizando los diversos instrumentos de gestión de la política ambiental.

Dentro de los objetivos del H. XIV Ayuntamiento de La Paz, para el periodo 2011-2015, será forjar el desarrollo de mecanismos e instrumentos aptos para mejorar el servicio y atención en el ámbito municipal. De esta manera, se definieron en este documento 5 ejes rectores estratégicos, donde se dan los objetivos y líneas de acción a seguir por el Gobierno Municipal, a fin de garantizar el bienestar social y el desarrollo sustentable de la comunidad paceña. Estas estrategias, fueron elaboradas con el fin de que sirvieran como criterios de desarrollo, para que las autoridades locales elaboraran los documentos que les permitirían regular los usos de suelo. Es decir, no presenta criterios y/o normas a seguir por los proponentes de proyectos; en la **Tabla III.4** se describen los ejes estratégicos, así como el grado de compatibilidad del proyecto con éstos.

Tabla III.4. Grado de compatibilidad del proyecto con objetivos del Plan de Desarrollo Municipal del XIII H. Ayuntamiento de La Paz.

Ejes rectores	Objetivos	Vinculación con el proyecto
La Paz, con desarrollo social integral	Promover y coadyuvar con el Sector Educativo – tanto Estatal como Federal– en la mejora continua de la Calidad en la Educación en el Municipio de La Paz, mediante la equidad, pertinencia y efectividad de los servicios educativos; Atender las necesidades básicas de los grupos vulnerables en materia de salud y nutrición; Desarrollar el deporte como factor de convivencia, espacio de entretenimiento y recreación, base para el cuidado de la salud y la armonía familiar; Ampliar e incrementar la cobertura de los programas sociales existentes; Incorporar e institucionalizar el enfoque de género y la perspectiva transversal en programas, proyectos y acciones municipales; Apoyar la obtención de una vivienda digna para los grupos en mayor desventaja económica; Mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de la zona rural municipal.	No aplica.
La Paz, un municipio seguro y ordenado	Contar con un cuerpo de policía municipal moderno y profesional; Mejorar la seguridad vial y el cuerpo de la D.G.S.P.P.P. y T.M.; Hacer eficientes los mecanismos de coordinación interinstitucional; Incrementar la participación ciudadana, fomentando la prevención del delito; Mejorar la operación del Sistema Municipal de Protección Civil.	No aplica
La Paz,	Propiciar las condiciones para elevar los niveles de	La operación de la Central

Ejes rectores	Objetivos	Vinculación con el proyecto
competitiva y de oportunidades	empleo e inversión productiva; Establecer los lineamientos y políticas económicas y de comercialización necesarias para la promoción eficiente del abasto de productos en la geografía municipal; Establecer las condiciones adecuadas que permitan generar fuentes de empleo y así elevar la de calidad de vida de los habitantes de la ciudad de La Paz; Promover entre la población el concepto de cultura turística y de hospitalidad; Proyectar a La Paz en el ámbito nacional e internacional como un destino turístico sensible a las necesidades del visitante; Fortalecer el patrimonio turístico municipal sin descuidar los criterios de sustentabilidad y preservación del mismo; Favorecer la formación del ciudadano, elevando el nivel cultural, educativo y el respeto al medio ambiente;	permitirá satisfacer la demanda de energía que se requiere para la reactivación de las actividades económicas planteadas como objetivos del Plan
La Paz, un municipio con servicios públicos de calidad y respeto al medio ambiente	Ampliación, rehabilitación y conservación de las vialidades de la ciudad; Mejorar la calidad del traslado de personas y bienes, así como el servicio de transporte público; Gestionar recursos para el mejoramiento de los servicios públicos; Ampliar, rehabilitar y dar mantenimiento a la infraestructura de agua potable, drenaje y alcantarillado; Ampliar, rehabilitar y dar mantenimiento a la infraestructura de agua potable, drenaje y alcantarillado; Ordenar el territorio del municipio de manera integral, sustentable y participativa; Hacer de La Paz una de las ciudades más limpias, tranquilas y disfrutables del país, en un marco de sustentabilidad; Aprovechar sustentablemente el patrimonio natural del Municipio; Control y prevención de la contaminación;	El proyecto plantea un manejo integral de sus residuos, tanto líquidos como sólidos. Asimismo, integra en su proceso mecanismos para el control de la calidad del aire. Con lo anterior, coadyuva a los objetivos del Plan en la preservación de los ecosistemas.
La Paz, un gobierno eficiente, transparente y moderno	Incrementar la captación de los ingresos propios municipales; Combatir la corrupción al interior de la administración pública municipal; Impulsar acciones, programas y proyectos orientados hacia el fortalecimiento institucional, que busquen asegurar la eficacia en la prestación de los servicios que brinda el Ayuntamiento a los ciudadanos; Desarrollar sistemas, tecnologías y procesos encaminados a hacer más eficiente la gestión municipal; Fortalecer la coordinación interinstitucional para una mejor prestación de servicios; Mantener actualizado el inventario de predios, mediante la formación y conservación de las descripciones técnicas geográficas, estadísticas, económicas y sociales de las mismas, a fin de ser utilizadas para obtener valores catastrales;	No aplica

- **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la ciudad de La Paz, (PDUCLP), 2007.**

Este documento, actualizado mediante decreto del 11 de octubre de 2007, tiene como primer objetivo ordenar y regular el desarrollo urbano del Centro de Población de La Paz y el crecimiento turístico, a través del establecimiento de las reservas adecuadas que garantizarán su desarrollo en los próximos años, en términos de calidad de vida.

De acuerdo al documento, como resultado de la caracterización del ecosistema, la disponibilidad de los suelos adecuados para el desarrollo y las limitaciones para la introducción de los servicios e infraestructura urbana, se elaboraron las políticas y estrategias del desarrollo urbano.

Así, la estrategia de desarrollo urbano propuesta en el Plan, está basada en una zonificación primaria y una secundaria. La zonificación primaria, está conformada por áreas que integran y delimitan un centro de población; sus aprovechamientos predominantes y las reservas, usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento y crecimiento del mismo. La zonificación primaria comprende el área urbana actual, el área de reserva, y el área de preservación ecológica. Dentro de esta zonificación el sitio del proyecto se encuentra dentro del área de reserva de crecimiento urbano. Mientras que el Modelo de Ordenamiento Ecológico (**Plano E2, Anexo 2**), así como la zonificación secundaria presentada en la Estrategia de suelo y reservas territoriales (**Plano E3, Anexo 2**), establecen la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial a mayor detalle, especificando los usos y destinos que deben predominar y que son susceptibles de aplicar a nivel de manzana o en áreas homogéneas.

De acuerdo con el **Plano E2**, del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la ciudad de La Paz (PDUCLP), el predio en el que se pretende ubicar el proyecto 286 CCI Baja California Sur V, se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental 15 de aprovechamiento, mientras que de acuerdo con el **Plano E3** del PDUCLP el sitio del proyecto se encuentra en la zona denominada "Equipamiento, Área de Donación (EQ)". En ésta, los usos permitidos son los fines públicos o privados que, de acuerdo a los tipos de zona, son predominantes o compatibles y, podrán darse a los predios siguiendo un trámite normal ante las autoridades competentes en la administración de los usos del suelo.

En cuanto a la compatibilidad en los usos, en el PDUCPLP para la zona EQ (**Tabla III.5**), se especifica que la actividad motivo de esta manifestación, se encuentra condicionada a que se ubique al interior del proyecto principal.

Independientemente de que el mismo Plan de Desarrollo establece los usos permitidos y prohibidos en cada una de las zonificaciones y que estos son las que se indican en la Tabla de Normatividad de Usos y Destinos del suelo, definida en el Plano estratégico de Zonificación Secundaria, para mejor proveer, el mismo Plan establece que cualquier uso no especificado en las tablas de uso de suelo, será definido por la autoridad competente.

Tomando en cuenta lo anterior, se concluye que el Proyecto no se contrapone con los usos del suelo permitidos por el PDUCPLP, ya que se ubicará adyacente a las centrales eléctricas CCI Baja California Sur (compuesta por tres unidades en operación) y 235 CCI Baja California Sur IV (en construcción), con un uso todas de la misma naturaleza (industrial) que el de la 286 CCI Baja California Sur V; Independientemente de lo anterior, y dado que es un instrumento del nivel municipal, y con el fin de contar con la certeza jurídica que en toda obra de esta magnitud debe de considerar, con la debida anticipación, y en virtud de que la instalación de la misma forma parte del proyecto de generación de energía en el estado de Baja California Sur, previsto en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012 -2026, se solicitó tanto a la Dirección de Planeación Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur; como a la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología del XIV Ayuntamiento de La Paz, la anuencia para su instalación, a lo que ambas autoridades dieron respuesta de manera positiva, al emitir ambas dictamen técnico de uso de suelo para la instalación de la Central de Combustión Interna denominada Baja California Sur V, ubicada adjunto a la CCI Baja California; de fecha el primero el 30 de marzo de 2012, mediante el Oficio No. 0124; y de fecha 17 de abril del presente, mediante Oficio No. 1101-244/2013 respectivamente, en los que se expresa lo siguiente:

OFICIO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR:

“En relación a su oficio a través del cual nos solicita Dictamen Técnico de compatibilidad de uso de suelo para la instalación de la Central de Combustión Interna denominada Baja California Sur V con capacidad neta de 41 MW, ubicada en el sitio denominado San Francisco aledaño a la CCI Baja California Sur IV en el Municipio de La Paz”.

“Hacemos de su conocimiento que una vez analizada su petición, la ubicación del predio donde tienen proyectado construir la Central de Combustión Interna y consultado el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, el cual determina para esa zona con el Uso Equipamiento”.

*“Considerando que la instalación de la Central de Combustión Interna en esta zona contribuiría a la generación y dotación del servicio de electricidad abatiendo los rezagos actuales y garantizando la cobertura del mismo a las áreas de crecimiento urbano previstas en la actualización del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz y tomando en cuenta que su **proyecto es compatible con el Uso de Suelo establecido**, esta Dirección con fundamento en el Art. 12, Fracción XV de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado, otorga el **Dictamen Técnico Favorable de Uso de Suelo al proyecto que ustedes pretenden construir**” (Anexo 4).*

En esa tesitura, es determinable establecer que el Proyecto no se contrapone con los usos del suelo permitidos por el PDUCPLP, ya que se ubicará adyacente a las centrales eléctricas CCI Baja California Sur (compuesta por tres unidades en operación) y una en construcción 235 CCI Baja California Sur IV, con un uso todas de la misma naturaleza (industrial) que el de la 286 CCI Baja California Sur V; independientemente de lo anterior, y dado que es un instrumento del nivel municipal, y con el fin de contar con la certeza jurídica que en todo obra de esta magnitud debe considerar, con la debida anticipación, y en virtud de que la instalación de la misma forma parte del proyecto de generación de energía en el estado de Baja California Sur, previsto en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012 -2026, se solicitó tanto a la Dirección de Planeación Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur; como a la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología del XIV Ayuntamiento de La Paz, la anuencia para su instalación; a lo que ambas autoridades dieron respuesta de manera positiva, al emitir ambas dictamen técnico de uso de suelo para la instalación de la Central de Combustión Interna denominada 286 CCI Baja California Sur V, ubicada adjunto a la CCI Baja California; de fecha el primero el 30 de marzo de 2012, mediante el Oficio No. 0124; mientras que el del H. Ayuntamiento de La Paz, de fecha 17 de abril del presente, mediante Oficio No. 1101-244/2013, en los que se expresa lo siguiente:

**OFICIO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA DEL
XIV AYUNTAMIENTO DE LA PAZ:**

“Al respecto, hago de su conocimiento que una vez revisada y analizada la solicitud, esta Dirección con fundamento en el Artículo 13 fracción II y X de la ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Baja California Sur, así como Dictamen Técnico de Compatibilidad emitido por la Dirección de Planeación Urbana y Ecología del Gobierno del Estado mediante oficio No. 0124 de fecha 30 de marzo del 2012, emite Factibilidad de Uso de Suelo para la instalación de la Central de Combustión Interna denominada Baja California Sur V, en el sitio antes mencionado.” (Anexo 4).

Así mismo se pidió la opinión de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas CDI, mediante oficio AJ-CPT-RIG-031, en el que se expresa lo siguiente:

**OFICIO A LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS
INDÍGENAS (CDI):**

Dentro del Programa de Obras del Sector Eléctrico (POISE), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), ha considera la instalación de la 286 CCI Baja California Sur V para satisfacer la demanda de energía eléctrica del Área Baja California Sur del país, esta Central se instalara en un predio que es propiedad privada y su construcción y operación no afectará los usos y costumbres de comunidades indígenas, ya que del análisis del "Catálogo de Localidades indígenas 2010, publicado por la Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI) se indica que en el estado de Baja California Sur NO se tiene población indígena significativa. Sin embargo, solicitamos de la CDI la opinión sobre la Necesidad de llevar a cabo una consulta a alguna comunidad indígena que potencialmente habite en zonas relativamente próximas al proyecto" (Anexo 4).

.

Tabla III.5. Compatibilidad de uso de suelo (Tomada del Plan de Desarrollo Municipal del Centro de Población de La Paz).

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE LA PAZ, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR							ZONAS																									
USOS ZONA							HABITACIONAL						TURISTICO	ESTRUCTURA URBANA			COMERCIO Y SERVICIOS			EQUIPAMIENTO			INDUSTRIA			CONSERVACION Y PROTECCION						
							H-IS-P	H-IM	H-RM	H-RA	H-RT	H-CR	TU	CU	SCU	CB	CU-1	CU-2	CU-3	EQ	EA	C	IL	EX		AGR	ZIP	ANP	MG	PY	PEA	PEC
							INTERES SOCIAL-POPULAR (Densidad vial de 45 Vv/Ha)	INTERES MEDIO (Densidad vial 25 Vv/Ha)	RESIDENCIAL MEDIO (Densidad vial de 17 Vv/Ha)	RESIDENCIAL ALTO (Densidad vial de 10 Vv/Ha)	RESIDENCIAL TURISTICO (Densidad vial 8 Vv/Ha)	CAMPESTRE RESIDENCIAL (Densidad vial 5 Vv/Ha)	USO TURISTICO (Densidad vial 8 v/Ha)	CENTRO URBANO (USO MIXTO)	SUBCENTRO URBANO	CENTRO DE BARRIO	CORREDOR URBANO HABITACIONAL / COMERCIO	CORREDOR DE COMERCIO Y SERVICIOS	CORREDOR TURISTICO	EQUIPAMIENTO, AREAS DE DONACION RECREACION, DEPORTE, AREAS VERDES Y ESPACIOS ABIERTOS	COMERCIO Y ABASTO	INDUSTRIA LIGERA	INDUSTRIA EXTRACTIVA	SERVICIOS PORTUARIOS	AGRICOLA	ZONA DE INTERES PAISAJISTICO	CORREDOR ECOLOGICO Y AREA NATURAL PROTEGIDA	MANGLAR	PLAYA	PROTECCION ECOLOGICA DE APROVECHAMIENTO	PROTECCION ECOLOGICA DE CONSERVACION	
INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA																															
	ANTENAS, MÁSTILES, O TORRES DE MÁS DE 30 M DE ALTURA																															
	DIQUES, POZOS, REPRESAS, CANALES DE RIEGO O PRESAS																															
	ESTACIONES O SUBESTACIONES DE ENERGIA ELECTRICA						M	M	M	M	M	M	J	D/J	D/J	●			C	C							C					
	ESTACIONES O SUBESTACIONES DE PRESION DE GAS												J																			
	ESTACIONES DE BOMBEO, PLANTAS DE TRATAMIENTO O CARCAMOS												J																			
	TANQUES O DEPÓSITOS DE MÁS DE 1,000 M³ DE AGUA						M	M	M	M	M	M	J						C/M	C/M	M					C						
	ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE BASURA												J																			
	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE BASURA, FERTILIZANTES ORGÁNICOS, RELLENOS SANITARIOS																															
	INCINERADORES DE BASURA																															
	CENTROS DE ACOPIO DE MATERIAL RECICLABLE																															
	MANEJO ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS CONTAMINANTES																															
	MANEJO ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIOACTIVOS																															
	ALMACEN Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS BIOLOGICOS INFECCIOSOS																															
	ESPACIOS ABIERTOS	ESPACIOS ABIERTOS																														
PLAZAS, EXPLANADAS, JARDINES O PARQUES												●	●	●	●	●				●				●								
JARDINES Y PARQUES DE BARRIO, HASTA 1 HA												●	●	●	●	●																
JARDINES Y PARQUES DE BARRIO, DE MAS DE 1 HA												●	●	●	●	●																
CUERPOS DE AGUA												●	●					●	●						●							
AGRICOLA, FORESTAL	AGROPECUARIO																															
	CULTIVO DE GRANOS, HORTALIZAS, FLORES, CULTIVOS MIXTOS																				●				●							
	ARBOLES FRUTALES, VIÑEDOS																															
	POTREROS, CRIADEROS, GRANJAS, USOS PECUARIOS MIXTOS																															
	PASTOS, BOSQUES, VIÑEDOS, ZONAS DE CONTROL AMBIENTAL																															
	ESTANQUES, CANALES																															
	INSTALACIONES PARA EL CULTIVO PISCICOLA																															
	FORESTAL																															
	BOSQUES DE GALERIA												●											Q								
	MATORRALES Y PASTIZALES												●											Q								

●

USO PERMITIDO

A,B,C,D... USO CONDIGNADO

C / Localizada al interior del proyecto principal

A/ Solo en vías primarias colectoras y secundarias
B/ Solo en vías primarias
C/ Localizado al interior del proyecto principal .
D/ Sujeto a cumplir con las normas establecidas en el Programa Subregional
E/ Sujeto a factibilidad de servicio e impacto vial
F/ Sujeto a estudio de impacto urbano
G/ Sujeto a estudio de impacto ambiental
H/ Tendrán que estar localizadas a más de 100m de instituciones educativas, salud, y asistencia social
I/ Sujeto a estudio de seguridad

J/ Sujeto a Normas oficiales
K/ Solo en vías primarias y colectoras
L/ Sujeta a cumplir con los lineamientos de imagen urbana y normas de estacionamiento visitantes y empleados
M/ Localizado solo en áreas de donación
N/ Su localización no debe ser en vialidad primaria
O/ No se permite en vialidad primaria y colectoras
P/ Deberán ser públicas y ubicadas en las áreas de donación
Q/ Aplica a vegetación nativa o endémica y a especies que no alteren el ecosistema de la region
R/ Solo en un 25% de la capacidad total.

III.3 Ordenamientos Jurídicos

I) Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) para la realización de obras o actividades que generen o puedan generar efectos significativos sobre el ambiente o los recursos naturales existe la obligatoriedad de obtener por parte del proponente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT (ver Artículo 28 fracciones II y VII de la LGEEPA). Para el caso de este proyecto, cambio de uso del suelo y actividades de la industria eléctrica, el Promovente presentará una Manifestación de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT quien evaluará su procedencia.

II) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

De acuerdo con esta Ley, toda obra o actividad que requiera remover total o parcialmente la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales, deberá obtener la autorización de SEMARNAT para el cambio del uso en terrenos forestales (artículo 117). Para cumplir con esto Promovente presentará ante la autoridad correspondiente, de manera paralela a esta Manifestación, el Estudio Técnico Justificativo.

Igualmente, de acuerdo como lo establece el artículo 118 de esta Ley, el otorgamiento de la autorización del cambio de utilización de terrenos forestales por la autoridad competente, será acreditado por la Promovente mediante copia del depósito por el concepto de la compensación ambiental que se establezca.

III) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

De acuerdo al artículo 28, los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes, y los grandes generadores de residuos sólidos urbanos o de manejo especial estarán obligados a presentar un plan de manejo de residuos. Para esto (Artículo 33) las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial. El promovente declara en el Capítulo II (II.2.7) de esta Manifestación, los residuos sólidos que generará durante las diferentes etapas así como el manejo y la disposición de los mismos.

En cuanto a las aguas residuales, el Promoviente declara en el capítulo II de este documento:

Que las aguas residuales provenientes de las purgas del recuperador de calor, tendrán una concentración de sólidos disueltos no superior a 50 mg/l, serán tratadas en una fosa de neutralización existente, en la cual se regulará su grado de acidez (pH) para ser enviadas a la laguna de evaporación existente en la actual CCI Baja California Sur, previo tratamiento.

Las aguas residuales industriales con altos contenidos de grasa y aceites, serán tratadas en un separador de grasas y aceites existente en la actual CCI Baja California Sur y una vez separado el aceite se almacena hasta su disposición final por una empresa autorizada, y el agua se enviará a la fosa de neutralización existente en la actual CCI Baja California Sur y posteriormente a la laguna de evaporación existente en la actual CCI Baja California Sur. Las aguas residuales industriales, incluyendo las provenientes de la fosa de neutralización existente en la actual CCI Baja California Sur y de los separadores de grasas y aceites, pasarán a un sistema de floculación-sedimentación y filtrado cumpliendo con la norma NOM-001-SEMARNAT-96 y enviarse posteriormente a la laguna de evaporación existente. El agua que se envía a la laguna de evaporación de la actual CCI Baja California Sur contendrá sales disueltas de sulfatos, carbonatos y cloruros, que en la laguna formará un residuo inocuo que durante los mantenimientos se deberá disponer en un sitio autorizado por la autoridad ambiental.

Lo anterior cumple con el concepto de descarga cero para los efluentes generados dentro del predio de la 286 CCI Baja California Sur V. En cuanto a la generación de salmuera, esta NO se incrementará en su gasto, ya solo se emplearán las evaporadoras actualmente en operación y se optimizarán incrementando sus horas de servicio. Finalmente la generación de salmuera (que no se verá incrementada) se diluirá en el canal de descarga de la actual CT Punta Prieta.

IV) Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

En la **Tabla III.6** se relacionan las principales disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su vinculación y su observancia en el marco del proyecto.

Tabla III.6. Principales disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su vinculación y observancia en el marco del Proyecto.

Disposiciones de la LGVS	Vinculación y observancia del Proyecto
<u>Artículo 18.</u> Establece que: Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	Como parte del proceso de esta MIA se están realizando los estudios para identificar dentro del predio las especies listadas en esta Norma y proponer, en su caso, las medidas de mitigación: Asimismo, se ha elaborado un Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso del suelo y un programa de rescate de flora y fauna.
<u>Artículo 19.</u> Establece que: Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat. [...]	El Promovente se compromete a solicitar a la autoridad municipal el dictamen y la autorización de Uso del Suelo; contando en la actualidad con el Dictamen favorable emitido por la Autoridad Estatal. Mediante esta MIA se sujeta al respectivo Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del gobierno federal y en su oportunidad gestionará ante las autoridades competentes el cambio de usos de suelo forestal.
<u>Artículo 58.</u> Establece: las especies y poblaciones en riesgo.	Con la supervisión de especialistas antes del inicio de los trabajos de desmonte autorizados se efectuarán el marcado, rescate y trasplante o reubicación de las especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059.
<u>Artículo 106.</u> Establece que: Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento. [...]	En el capítulo VI de esta Manifestación de Impacto Ambiental deberán de incluirse las acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar, así como de monitoreo ecológico para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

V) Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental

De acuerdo con el Artículo 5º de este reglamento, las obras o actividades para la construcción de plantas de generación de energía eléctrica (K industria eléctrica), así como los cambios de uso del suelo de áreas forestales, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental. En cumplimiento a este mandato, el Promovente presentará a la SEMARNAT la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y sus anexos (manifestación de impacto ambiental; un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en medio electrónico, y una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes). Asimismo, en su Artículo 6, establece que:

“Las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades señaladas en el artículo anterior, así como con las que se encuentren en operación, no requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguientes:

- I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de ésta;*
- II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que generó dicha autorización, y*
- III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación, dimensiones, características o alcances, tales como conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles; construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, o modificación de bienes inmuebles cuando se pretenda llevar a cabo en la superficie del terreno ocupada por la construcción o instalación de que se trate. En estos casos, los interesados deberán dar aviso a la Secretaría previamente a la realización de dichas acciones.*

Las ampliaciones, modificaciones, sustitución de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionadas con las obras y actividades señaladas en el artículo 5 de este Reglamento, así como con las que se encuentren en operación y que sean distintas a las que se refiere el primer párrafo de este artículo, podrán ser exentadas de la presentación de la manifestación de impacto ambiental cuando se demuestre que su ejecución no causara desequilibrios ecológicos ni rebasara los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas ”

En este contexto, afirmamos que el proyecto 286 CCI Baja California Sur V no cumple con todos los supuestos establecidos en las fracciones I, II, y III del Artículo 6, por lo que requiere de la autorización en materia de impacto ambiental previa presentación y dictamen del manifiesto de impacto ambiental respectivo.

Lo anterior, se fundamenta en que si bien las acciones por realizar del proyecto 286 CCI

Baja California Sur V, tienen relación con el proceso de construcción y operación que generó la autorización respectiva de las actuales unidades de la CCI Baja California Sur en operación comercial y 235 CCI Baja California Sur IV en construcción, ya que se aprovecha gran parte de la infraestructura existente como el acueducto, combustoleoducto y equipos para el tratamiento de agua residuales existentes en la central, la construcción de la 286 CCI Baja California Sur V, implica la remoción de vegetación en 5.696 hectáreas, en donde se registran especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a que su operación involucra un incremento en el nivel actual de emisiones a la atmosfera y un incremento en la cantidad y tipo de sustancias a manejar (amoníaco para el control de emisiones de NOx), lo que hace necesario el evaluar el impacto y riesgo ambiental asociados.

También consideramos que el proyecto 286 CCI Baja California Sur V, no se refiere a conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles; NI construcción, instalación NI demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, NI modificación de bienes inmuebles.

Finalmente, dado que el proyecto 286 CCI Baja California Sur V implica la remoción de vegetación e incrementará la niveles de emisiones actuales de NOx, SO₂ y partículas, se ha requerido de la ejecución de los estudios que demuestren que no causará desequilibrios ecológicos y en su caso determinar e implementar las medidas de mitigación necesarios para garantizar un proyecto ambientalmente sustentable.

Por todo lo anteriormente planteado, y no obstante que en el Capítulo II de este manifiesto se menciona que el proyecto 286 CCI Baja California Sur V ha sido previsto dentro del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026 y que en términos de generación de electricidad **será una ampliación** de la central CCI Baja California Sur compuesta por tres unidades generadoras en operación, además de la 235 CCI Baja California Sur IV que está en construcción, y que no obstante que en el artículo 28 fracción II de la propia Ley, y de manera más específica en lo dispuesto en el Reglamento en su fracción XI, se debería elaborar e ingresar una MIA modalidad particular, el promovente ha decidido presentar la MIA modalidad Regional, de la cual forma parte este capítulo III, sobre todo considerando lo dispuesto en el mismo Reglamento en su fracción o), que se refiere a los cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

VI) Reglamento de la Ley Forestal

De acuerdo con el Artículo 120, para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en

terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual incluirá un Estudio Técnico Justificativo desarrollado con información prevista en el artículo 121 de este Reglamento. Este documento será presentado, paralelamente a esta Manifestación, por el Promoviente ante las autoridades, en ese tenor este precepto vinculante con el proyecto será debidamente cubierto.

VII) Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación a la atmosfera

De acuerdo al Artículo 17 Bis inciso J de este Reglamento, el subsector generación de energía eléctrica es considerado como fuente fija de jurisdicción Federal, por lo que en cumplimiento a los artículos 18 y 21, los responsables de estas fuentes fijas deberán contar con licencia otorgada por la Secretaría y deberán presentar ante ésta, una Cédula de Operación Anual dentro del periodo comprendido entre el primero 1o. de enero y el 30 de abril de cada año. Al respecto, en el Capítulo VI de esta Manifestación se recomienda que antes y durante su operación se cumpla con las especificaciones de este Reglamento.

VIII) Reglamento en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos ante la SEMARNAT (artículos 9 y 10). Este reporte deberá presentarse dentro del periodo comprendido entre el 1o. de enero al 30 de abril de cada año, en el formato que la autoridad determine (Artículo 11). Las sustancias sujetas a reporte deberán medirse utilizando los métodos, equipos, procedimientos de muestreo y reporte especificados en las Normas Oficiales Mexicanas (Artículo 19). En el Capítulo VI de esta Manifestación se recomienda que antes y durante su operación se cumpla con las especificaciones de este Reglamento.

IX) Reglamento para el transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos

El Artículo 50, especifica que para el transporte de materiales y residuos peligrosos, el expedidor de la carga, deberá tener las autorizaciones correspondientes emitidas por la SEMARNAT y demás dependencias del Ejecutivo Federal en el ámbito de su competencia. Al respecto, en el Capítulo II de esta Manifestación el Promoviente (expedidor) declara que el transporte de residuos peligrosos lo realizarán con empresas autorizadas por la SEMARNAT.

X) Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

De acuerdo al artículo 24 de este Reglamento, los grandes generadores de residuos peligrosos deberán registrarse ante la SEMARNAT, presentando un Plan de manejo de Residuos (Art. 25) para su validación por esta Secretaría (Art. 47). Para el seguimiento del manejo de residuos deberán presentar anualmente la Cédula de Operación Anual (Art. 72) y deberán conservar durante cinco años la información y documentación (Art. 75) de las bitácoras, manifiestos y los registros de cualquier prueba que se realice. Para su almacenamiento, en el artículo 82 se definen las condiciones básicas que deberán tener. Finalmente, en el artículo 91 se dan las disposiciones para su disposición final.

El Proponente declara que todos los residuos peligrosos generados, claramente identificados, serán almacenados temporalmente, en un almacén, cuyas características principales se mencionan a continuación:

1. Se ubica lejos de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas, para reducir los riesgos de emisiones, incendios, explosiones e inundaciones.
2. Con muros de contención para materiales inflamables y fosas de retención para la captación de residuos o lixiviados.
3. El frente del almacén tiene ventanas para mantener una adecuada ventilación y con techo para protección de la intemperie.
4. Se cuenta con trincheras para conducir potenciales derrames a una fosa de retención con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado.
5. Se tienen pasillos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC. Además se tienen señalamientos alusivos a la peligrosidad de cada residuo.

Finalmente estos residuos, serán transportados por una empresa especializada y autorizada, a sitios autorizados para su confinamiento.

XI) Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con las características de los procesos industriales para la generación de energía eléctrica, las Normas Oficiales Mexicanas que están vigentes y que regularán el proyecto serán las que se muestran en la **Tabla III.7**.

Tabla III.7. Normas oficiales Mexicanas que regulan el proyecto 286 CCI Baja California Sur V (P = Preparación del sitio, C = Construcción, OM = Operación y mantenimiento).

Norma	Etapas de aplicación			Cumplimiento por el Proyecto
	P	C	O/M	
Aire				
NOM-041-SEMARNAT-2006. Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.	X	X	X	Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites aplicables a vehículos, éstos se someterán, al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.
NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	X	X	X	
NOM-020-SSA1-1993. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) de la calidad del aire ambiente. Criterio para evaluar la calidad del aire.			X	Se especifica en el capítulo VI que se deberá incluir el parámetro ozono en el programa de la calidad del aire.
NOM-022-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al Bióxido de Azufre (SO2). Valor normado para la concentración de Bióxido de Azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.			X	De acuerdo a los resolutivos recibidos en donde se especifica que se instrumentará un programa de monitoreo de la calidad del aire, que incluye este parámetro, se continuará con este programa de monitoreo.
NOM-023-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al Bióxido de Nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de Bióxido de Nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.			X	De acuerdo a los resolutivos recibidos en donde se especifica que se instrumentará un programa de monitoreo de la calidad del aire, que incluye este parámetro, se continuará con este programa de monitoreo. Además, como de menciona en el apartado II.2.5, dentro de su diseño incorpora un sistema de baja generación de NOx
NOM-025-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 μ (PM 10) valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 μ (PM 10) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.			X	De acuerdo a los resolutivos recibidos en donde se especifica que se instrumentará un programa de monitoreo de la calidad del aire, que incluye este parámetro, se continuará con este programa de monitoreo.
<u>Para el control del ruido emitido por vehículos y fuentes fijas</u>				
NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.			X	Se declara en el capítulo II que existirá un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el buen funcionamiento de los equipos. Adicionalmente se considera mantener una franja de amortiguamiento ambiental que para disminuir el efecto del ruido.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	X	X	X	Se instrumentará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el funcionamiento óptimo de todos los vehículos.
<u>Para el control, manejo y transportación de residuos</u>				
NOM-098-SEMARNAT-2002. Protección ambiental incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes”.			X	En el capítulo II, inciso II.2.7.2.Ase declara que Los residuos semi-líquidos y líquidos que se generan en la etapa de operación de esta Central son en las siguientes áreas: manejo y tratamiento de combustibles, casa de maquinas y transformadores. Estos residuos se depositan en un tanque de lodos sucios y aceites gastados de la 286 CCI Baja California Sur V y posteriormente se envían a la planta de Tratamiento de Lodos existente en la 235 CCI Baja California Sur IV, obteniendo : • Aceite limpio que se envía a un tanque de almacenamiento temporal de lodos y aceites gastados limpios existente en la CCI Baja California Sur, • Lodos pesados o concentrados, que se envían a disposición final en tambos de 200 lts,
NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección Ambiental. Sólidos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para llevar a cabo su aprovechamiento o disposición final.				Como se señala en el Capítulo II, el promovente acatará lo dispuesto en esta NOM en cuanto a las especificaciones y límites
NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.		X	X	El Promovente declara en el capítulo II inciso II.2.7 de este documento, que los residuos peligrosos serán dispuestos temporalmente en un almacén con las características indicadas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. En este almacén serán manejados, envasados, almacenados de acuerdo al tipo de residuos de que se trate. Para su disposición final, se contratará a una empresa autorizada por la SEMARNAT.
NOM-053-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.		X	X	
NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana.		X	X	

Tabla III.7. Continuación.

Norma	Etapas de aplicación			Cumplimiento por el Proyecto
	P	C	O/M	
NOM-005-SCT2-1994. Información de emergencia en transportación para el transporte de materiales y residuos peligrosos.		X	X	El Proponente declara en el Capítulo II de este documento, que todos los residuos peligrosos generados serán transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la SCT.
NOM-006-SCT2-2000. Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al auto transporte de materiales y residuos peligrosos.		X	X	
NOM-007-SCT2-1994. Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.		X	X	El Proponente declara en el Capítulo II, que todos los residuos peligrosos generados serán identificados de acuerdo con los requisitos establecidos por la SCT.
NOM-001-SEMARNAT-1996. establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas nacionales y bienes nacionales	X	X	X	El Promovente declara en el capítulo II (apartados II.2.5 y II.2.7.2) que durante la etapa de preparación del sitio y de construcción, una empresa especializada se encargará de su recolección y traslado a una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de La Paz. Así también, menciona que el rechazo de las evaporadoras (salmuera) NO se incrementará en su gasto, el cual ya fue declarado en el proyecto 236 CCI Baja California Sur III y dicho rechazo o salmuera seguirá siendo enviado al canal de descarga de la CT Punta Prieta en donde se diluye para finalmente ser descargado a la Bahía de la Paz; aunado a que CFE ha evaluado el impacto en la salinidad en la Bahía de La Paz por efecto de la descarga de la C.T Punta Prieta, mediante modelos matemáticos que demuestran que no hay impacto significativo por dicha descarga. Los resultados de la evaluación se discuten de manera amplia en las secciones siguientes del presente documento.
			X	La CCI BCS V no generará aguas residuales sanitarias ya que no requerirá personal adicional y se emplearán las instalaciones de la 235 CCI BCS IV
<u>Flora y fauna</u>				
NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre terrestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	X			Como parte del proceso de este estudio se han realizando los estudios donde se han identificado dentro del predio las especies listadas en esta Norma: El proyecto tiene contemplado el rescate y reubicación de todos estos ejemplares, con lo cual se garantiza su sobrevivencia y continuidad.
<u>Para la protección del personal en la fuente de trabajo</u>				
NOM-001-STPS-1999. Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene. NOM-002-STPS-2000. Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo. NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en a maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. NOM-005-STPS-1999. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	X	X	X	En las áreas donde se genera ruido se requerirá el uso obligatorio de protectores auditivos; que se contará con sistema contraincendios, que los residuos considerados como peligrosos se almacenarán de acuerdo al Reglamento en la Materia, que se construirán áreas especiales para el manejo de sustancias peligrosas; que existirán los señalamientos suficientes para la comunicación de riesgos.

III.4 Decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas.

No obstante que el estado de Baja California Sur se ha caracterizado por establecer diversas áreas naturales protegidas, el predio en el que se ubica el proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V, **no se encuentra dentro ni colinda con un área decretada bajo alguna clasificación**, encontrándose la más cercana hacia la parte sur con la Reserva de la Biosfera Sierra Laguna, que mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 1994, se declara como área natural protegida, bajo la categoría de reserva de la biosfera, abarcando una superficie de 112 437-07-05 hectáreas; esta ANP se ubica a 70 kilómetros del predio; mientras que Isla Cerralvo se encuentra a 35 y el Parque Nacional Cabo Pulmo se encuentra a 120 kilómetros de distancia del predio.

Baja California Sur cuenta con 7 ANP's: En La Paz y Los Cabos está la *Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna* con poco más de 112 mil 437 hectáreas; en el municipio de La Paz, y como parte del *Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California* se encuentran la Islas Espíritu Santo, La Isla Partida, la Isla Cerralvo y la Ensenada de La Paz.

De acuerdo al listado de áreas naturales protegidas elaborado por la CONANP, el área que ocupa el proyecto no se sobrepone ni colinda con ninguna área natural protegida, siendo las más cercanas al proyecto las mencionadas en la **Tabla III.8**.

Tabla III.8. Características de las ANP más cercanas al Proyecto.

ÁREA NATURAL PROTEGIDA O DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN	CARACTERÍSTICAS	PROBLEMÁTICA
Isla Espíritu Santo A 23 km del proyecto	Abarca una superficie de 9 591,16 km. Forma parte de la Bahía de La Paz y se separa 6 Km de la Península por el Canal San Lorenzo, una de las islas más espectaculares debido a la erosión eólica e hídrica. Se puede encontrar vegetación de manglar y pasto marino en partes de la Bahía San Gabriel. La vegetación dominante es el matorral xerófilo.	Sufre fuertes problemas de erosión eólica e hídrica
Isla Cerralvo A 36 km del proyecto	Posee una superficie de 21 093,83 ha. Se encuentra al sur de la Bahía de La Paz, separado de la península por el canal Cerralvo. Sus costas son generalmente acantilados, playas arenosas y de grava. Presenta una gran población de subespecies endémicas de <i>Cardinales cardinales</i> , <i>Picoides scalaris</i> y <i>Amphispiza bilineata</i>	Presenta elementos de selva baja caducifolia, aunque predomina el matorral espinoso, también el matorral sarcocrasicaule. Sin embargo ha habido gran número de especies introducidas de gatos, cabras y ratones que alteran a la población endémica.
Ensenada de La Paz A 6.5 km del proyecto	Abarca una superficie de 14 148,48 ha. Forma un humedal costero rodeado de desierto sarcocaule, con zona de manglar. Al poseer una planicie de inundación es sitio de internación de numerosas especies playeras. También posee pastizal halófito.	La zona de manglar está muy impactada. La ribera sur alberga el desarrollo urbano de la ciudad de La Paz. Posee especies en peligro como <i>Sterna antillarum</i> , <i>Hylocharis xantusii</i> y <i>Toxostoma cinereum</i>

III.5 Otras áreas de interés para la conservación.

Sitio Ramsar: Humedales Mogote-Ensenada de La Paz

El 2 de febrero de 2008 fue designado por la Convención Ramsar los Humedales Mogote-Ensenada de La Paz como sitio RAMSAR. A la fecha la Comisión Nacional de Áreas naturales Protegidas no ha publicado la Ficha Informativa del sitio, ni los planes que deberán aplicarse, donde se pudiera conocer las restricciones de uso. La única información disponible es que se ubica al fondo de la Bahía de La Paz, en el Municipio de La Paz, Baja California Sur, México. La población más cercana es la ciudad capital del Estado, La Paz, ubicándose

el proyecto a una distancia aproximada de 12 Km de la misma.

Sin embargo, de acuerdo a los resultados de los estudios que se han realizado (ver **Capítulo V**) para evaluar el posible impacto del agua de rechazo diluida que se verterá en la bahía de La Paz, indican que no habrá impactos significativos sobre este cuerpo de agua, que pudieran deteriorar las condiciones ecológicas de los Humedales Mogote-Ensenada de La Paz.

Aunado a lo anterior, en el capítulo II se señala también que para el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V no se requiere del suministro de agua subterránea, ya que se empleará agua destilada generada en la C.T Punta Prieta y transportada mediante el acueducto actualmente en operación. Para lo cual NO será necesaria la instalación de una nueva evaporadora, ya que con la capacidad de las evaporadoras existentes en la CT Punta Prieta se suministrará el agua necesaria para la 286 CCI Baja California Sur V. Para lograr lo anterior, las evaporadoras existentes incrementarán el número de horas al año en que permanecen operando.

En consecuencia el rechazo de las evaporadoras (salmuera) NO se incrementará en su gasto, el cual ya fue declarado en el proyecto 236 CCI Baja California Sur III y dicho rechazo o salmuera seguirá siendo enviado al canal de descarga de la CT Punta Prieta en donde se diluye para finalmente ser descargado a la Bahía de la Paz. En la Figura II.6 se ilustra cómo se maneja el rechazo (salmuera) proveniente de las evaporadoras actuales, considerando la operación futura 286 CCI Baja California Sur V.

Es de mencionar, como se menciona en el capítulo II, que la CFE ha evaluado el impacto en la salinidad en la Bahía de La Paz por efecto de la descarga de la C.T Punta Prieta, mediante modelos matemáticos que demuestran que no hay impacto significativo por dicha descarga. Los resultados de la evaluación se discuten de manera amplia en las secciones siguientes del presente documento.

Decreto que declara Zona Protectora Forestal Vedada los terrenos que rodean a la ciudad y puerto de La Paz, B. C.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1938.

Este decreto, declara Zona de Protección Forestal Vedada los terrenos que rodean a la ciudad y puerto de La Paz, B. C., dentro del perímetro que a continuación se describe:

Tomando como punto de partida el cerro El Tecolote, el lindero continúa al NE, hasta el cerro El Coyote, continuando con dirección Sur al cerro de El Orégano, sigue hacia el SW, pasando por los cerros Atravesado y el Bledal, hasta llegar a la mojonera que demarca uno de los vértices del lindero entre los predios denominados El Centenario y El Refugio; continúa después hacia el NW hasta el cerro Devisaderos, de donde sigue con dirección NE hasta llegar a la mojonera del predio denominado El Datilito, límite de la Zona Federal, de ahí continúa por el límite de la Zona Federal de la costa dando vuelta por el Mojote hasta llegar al cerro del Coyote, punto de partida.

ARTICULO SEGUNDO.- El aprovechamiento de los recursos forestales dentro de la zona señalada por el artículo primero del presente Decreto, se concretará únicamente a la extracción de maderas muertas.

ARTICULO TERCERO.- Las obras de reforestación que se haga necesario llevar a cabo, se efectuarán con la cooperación de las autoridades locales, así como de los vecinos que resulten beneficiados con las citadas obras.

Con el fin de analizar la vinculación de este ordenamiento jurídico con el proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V, es necesario para mejor proveer, el revisar y analizar los alcances que en su momento fueron considerados para emitir este Decreto, en ese sentido, los considerandos de este Decreto revisados y que son vinculantes al proyecto, son:

.... asegurar el mantenimiento de las buenas condiciones climatológicas e higiénicas de dicho centro de población;

... que además de las necesidades de higiene pública, que es necesario asegurar, es indispensable evitar la erosión de los terrenos de los cerros, dados los perjuicios innegables que se causan con el arrastre de tierras, si no se evita la deforestación, las explotaciones o destrucciones que en la actualidad se hacen...

En ese sentido, el área en la que se ubicará el proyecto denominado 286 CCI Baja California Sur V, no se ubica dentro de un cerro, y en cuanto a las condiciones higiénicas, actualmente éstas se han resuelto pavimentando las vialidades; No obstante a ello, pudiéramos asumir que este Decreto queda sin efecto considerando lo dispuesto por los Artículos Octavo y Noveno Transitorios del Decreto que Reforma de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en los que se establece los siguiente:

III.6 Bandos y reglamentos municipales

a) Bando de Buen Gobierno para la ciudad de La Paz

Este ordenamiento publicado en el Boletín Oficial el 30 de noviembre de 1994 incluyendo (última reforma de fecha 20 de marzo de 2010), no menciona ninguna política a seguir fuera de la mancha urbana.

b) Reglamento de Protección al Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de La Paz

En la **Tabla III.9** se describe como se vincula el proyecto con este reglamento.

c) Reglamento de Aseo, Limpia, Desechos Peligrosos y Potencialmente Peligrosos del Municipio de La Paz, B. C. S.

En la **Tabla III.10** se describe como se vincula el proyecto con este reglamento.

De acuerdo con lo expuesto en este capítulo, se puede asumir que el proyecto es viable en cuanto a que se ajusta a las disposiciones jurídicas ambientales que le son aplicables, es decir, se debe vincular (relacionar) el proyecto con cada norma, evidenciando mediante un análisis sustentado en información técnica comúnmente, que se cumple con las regulaciones aplicables.

Tabla III.9. Reglamento de Protección al Ambiente del H. Ayuntamiento de La Paz y forma en que se vincula la 286 CCI Baja California Sur V (P = Preparación del sitio, C = construcción, OM = Operación y mantenimiento).

Artículo	Etapas de aplicación			Vinculación con el Proyecto
	P	C	O/M	
24.- Solo se permitirá el establecimiento de centros de desarrollos e instalaciones turísticas o industriales, en los sitios que determinen los planos de desarrollo urbano y uso de suelo, aplicables al territorio municipal.	X	X	X	El Predio donde se construirá el Proyecto tiene dictamen de que es factible el cambio de uso del suelo emitido por el XIII Ayuntamiento de La Paz (Anexo 4).
25.- Sin menoscabo de las disposiciones del presente reglamento, así como las de orden estatal o federal en materia de protección ambiental, las industrias deberán disponer el desarrollo y actividades que permitan mejorar la calidad del ambiente en el municipio.			X	En el capítulo II se indica que para mejorar la calidad ambiental, se instalarán equipos de control de emisiones a la atmósfera para NO ₂ . Asimismo, indica que la planta incorpora desde su diseño adecuaciones al sistema de combustión, consistentes en un sistema de baja generación de NO ₂ .
37.- No podrán 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 la ley general y las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas técnicas expedidas por la secretaria.			X	De acuerdo al Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera para la instalación de la 286 CCI Baja California Sur V, que se integra en este estudio, estas emisiones no rebasarán los máximos permisibles (Anexo 9), las emisiones
56.- Toda persona física o moral, pública o privada, que realice actividades por las que genere, almacene, recolecte, aproveche o disponga de residuos sólidos, deberá ajustarse a las normas y disposiciones que fije el presente reglamento.	X	X	X	En el capítulo II se declara que los residuos se manejarán de acuerdo a la normatividad

Tabla III.10. Reglamento de Aseo, Limpia, Desechos Peligrosos y Potencialmente Peligrosos del Municipio De La Paz, B. C. S. y su vinculación con el Proyecto (P = Preparación del sitio, C = construcción, OM = operación y mantenimiento).

Artículo	Etapas de aplicación			Vinculación con el Proyecto
	P	C	O/M	
20.- Queda prohibida la recolección de residuos peligrosos o potencialmente peligrosos conjuntamente con los residuos habitacionales y/o comerciales; el generador tiene la obligación de separar los residuos peligrosos y/o potencialmente peligrosos de los habitacionales o comerciales, debiendo sujetarse a las normas y señalamientos que expida el ayuntamiento.	X	X	X	Se especifica en el capítulo II apartado II.2.7, que los residuos serán separados de acuerdo a sus características.
22.- Todos los residuos, desperdicios y/o basuras que sean generados en los locales de servicio al público o privados y que sean susceptibles de fácil descomposición o putrefacción, deberán ser depositados en bolsas de material plástico perfectamente cerrados y entregados a los camiones recolector	X	X	X	Se especifica en el capítulo II (apartado II.2.7 se señala que los residuos no peligrosos serán dispuestos en tibores cubiertos con bolsas de plásticos para luego ser trasladados al relleno sanitario de la localidad.
32.- Quienes generen residuos peligrosos serán responsables del manejo, tratamiento y disposición final que se les dé, así mismo, serán solidariamente responsables con los generadores, las empresas contratadas para tales fines hasta en tanto los residuos no hubiesen sido destruidos, tratados o correctamente dispuestos en un confinamiento controlado. La responsabilidad de estas empresas no termina, aun cuando hayan sido dispuestos adecuadamente.	X	X	X	Se especifica en el capítulo II apartado II.2.7 que se seguirá lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
36.- quienes generen residuos peligrosos y/o potencialmente peligrosos deberán separarlos de cualquier otro tipo de residuo y darles el tratamiento y/o disposición final previstos en el presente capítulo.	X	X	X	Se especifica en el capítulo II apartado II.2.7, que se seguirá lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
37.- quienes manejen, transporten, traten o dispongan residuos peligrosos y/o potencialmente peligrosos deberán inscribirse ante la coordinación, en un plazo no mayor de treinta días hábiles a partir de que empiece a surtir efectos este reglamento. Así mismo deberán llevar una bitácora mensual en la cual anotaran la composición fisicoquímica y/o biológica, la cantidad y los métodos de control de los residuos peligrosos y/o potencialmente peligrosos.	X	X	X	Se especifica en el capítulo II apartado II.2.7, que se seguirá lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Tabla III.10. Continuación.

Artículo	Etapa de aplicación			Vinculación con el Proyecto
	P	C	O/M	
44.- las áreas destinadas al almacenamiento temporal de los residuos peligrosos y/o potencialmente peligrosos, dentro de las empresas generadoras, deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos: i.- estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficina y accesos, un mínimo del 15 % del área total de la instalación como mínimo; ii contar con muros de contención, fosas de retención y obras de captación y tratamiento de lixiviados; iii.- estar cubiertas y protegidas de la intemperie, con la suficiente ventilación y equipo de seguridad industrial; iv.- contar con los señalamientos alusivos a la peligrosidad y toxicidad de los residuos, así como medidas de contingencia en casos de fugas y derrames; v.- cumplir con las medidas que señalen en materia de seguridad e higiene en el trabajo; vi.- bitácora de mantenimiento del equipo de seguridad; vii.- cumplir con todas las normas y medidas de seguridad expedidas para evitar la contaminación ambiental.	X	X	X	En el capítulo II, apartado II.2.7, se señala como se cumplirá con esta disposición
60.- los lodos y polvos generados en los sistemas de tratamientos, anticontaminantes, así como en operaciones de desazolve, procesos industriales, perforaciones y cualquier otro de carácter contaminante, deberán procesarse y disponerse mediante los métodos que al efecto autoricen las autoridades competentes, y sujetarse a lo estipulado en el capítulo IV de este reglamento.			X	Se especifica en el capítulo II, apartado II.2.7 como se dará debido cumplimiento a lo dispuesto en este artículo del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

El presente capítulo tiene como objetivo describir el Sistema Ambiental Regional (SAR) en donde se encuentra ubicado el predio del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V. Su delimitación geográfica comprende criterios ecológicos regionales y se le denomina "Área de Estudio" en donde se analizan los ecosistemas, los recursos naturales y las especies de flora y fauna presentes.

Incluye una descripción general sobre el SAR, abordando principalmente sus características físicas, climatológicas, geológicas, fisiográficas, edáficas e hidrológicas; atributos florísticos y faunísticos; así como las tendencias de desarrollo y factores de deterioro dominantes.

Para fines de este Manifiesto, el SAR corresponde al conjunto de elementos o componentes, físicos, naturales y sociales que interactúan sobre el territorio donde se pretende desarrollar el Proyecto y que son susceptibles de influir sobre éste (positiva o negativamente), por lo que el área que se delimita, para caracterizar estos elementos, corresponde al Área de Estudio del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V, es decir, el sistema ambiental regional definido es lo mismo que el Área de Estudio del Proyecto.

Este capítulo incluye también, una descripción ambiental detallada del sitio del Proyecto, concepto entendido como un área de descripción de mejor resolución que corresponde al "predio del Proyecto", es decir, donde se pretende construir la Central.

El concepto "predio del Proyecto" se tomó en cuenta para definir en plena concordancia y coherencia con el SAR o "Área de Estudio" con el objetivo de constituir un marco de referencia suficiente para comprender los elementos y procesos que determinan funciones ecológicas y naturales con los que el Proyecto podría interactuar directamente, con el objeto de entender los impactos más puntuales.

Para el cumplimiento de este objetivo a continuación se detalla la estrategia utilizada para la delimitación de la estructura y función del SAR.

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el Proyecto.

Para el desarrollo de esta manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, la delimitación del SAR se determinó siguiendo la metodología para la regionalización ecológica establecida en los ordenamientos territoriales, la cual implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes que son definidas a partir de elementos cartografiados de la zona, los cuales al ser sobrepuestos proveen la base para determinar los límites de las unidades ambientales que integran la zona como mosaicos o piezas de rompecabezas.

Este enfoque metodológico es el planteamiento analítico (Cendrero *et al.* 1987) que considera a la superficie terrestre como un elemento espacial compuesto de una serie de unidades ambientales interrelacionadas, las cuales se generan por las características físicas, biológicas y antropogénicas que conforman el territorio estudiado.

En este sentido, para el caso del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V, para definir el SAR o área de estudio se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Dimensiones del Proyecto, tipo, ubicación y distribución de las obras y actividades a desarrollar, ya sean principales, asociadas y/o provisionales y sitios para la disposición de desechos.
- b) Factores socioeconómicos (poblaciones, zonas antropizadas y de deterioro ambiental, límites geopolíticos).
- c) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, cuencas atmosféricas, entre otros.
- d) Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas, microcuencas hidrográficas y cuencas atmosféricas).

Para el cumplimiento con el objetivo de la comprensión de la estructura del sistema ambiental regional a continuación se detalla la estrategia utilizada y lograr la correcta delimitación del Área de Estudio que comprendió los elementos ambientales en los que el Proyecto tendría una interacción directa (**Figura IV.1**).

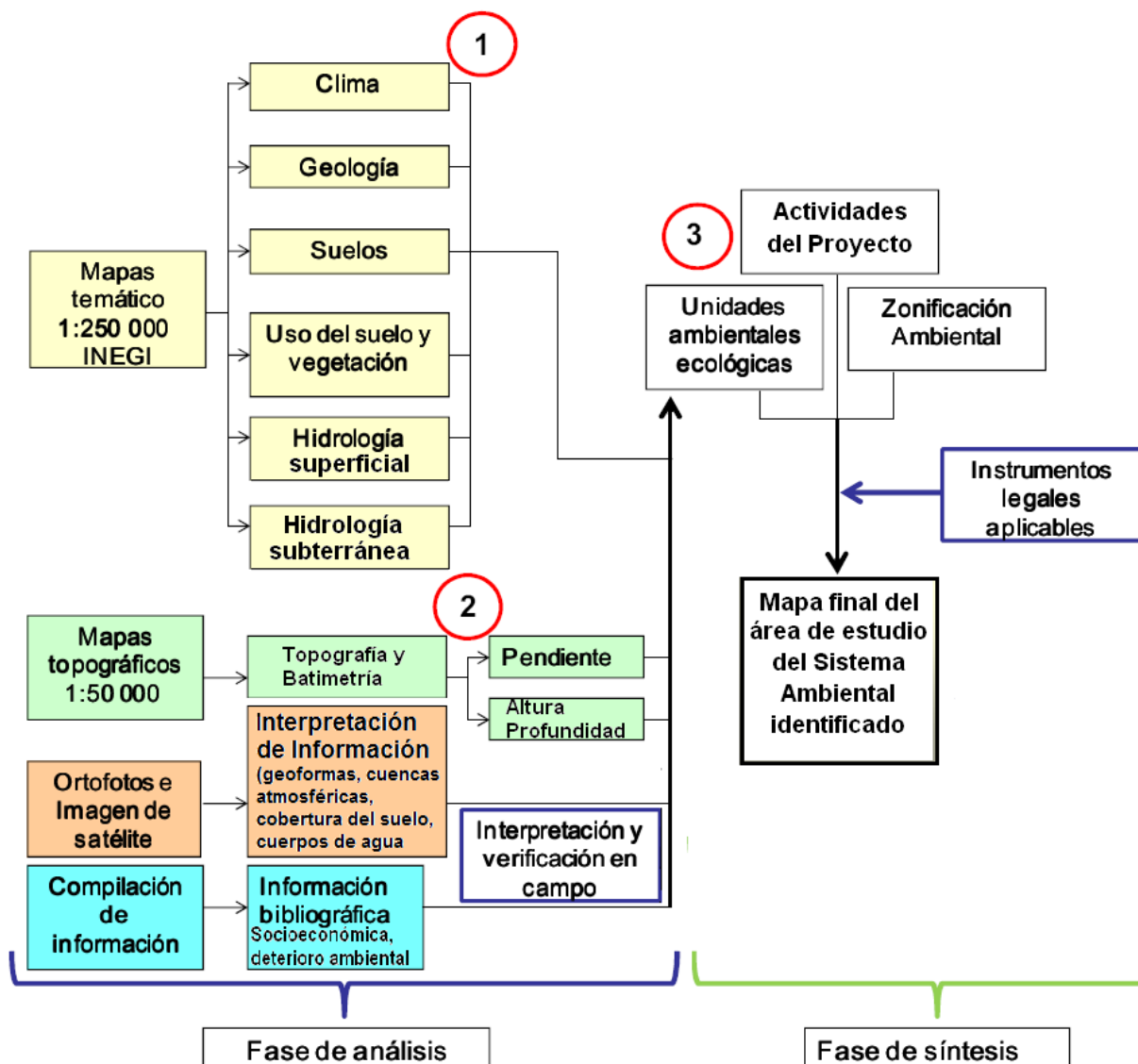


Figura IV.1. Análisis metodológico para determinar el Área de Estudio.

La estrategia se basa en una aproximación de escalas diversas, para la comprensión del territorio en que se insertará el proyecto de la 286 CCI Baja California Sur V y considera los siguientes tres análisis fundamentales:

1. Análisis territorial general. Este punto incluye la identificación y localización de los elementos bióticos, abióticos y geopolíticos presentes en el territorio, básicamente consiste en el análisis de la información oficial (INEGI escala 1:250 000 en su serie II, serie III y serie IV) para la comprensión del sistema ambiental, delimitando los elementos que son cartográficos alrededor del sitio del Proyecto.
2. Análisis específico del territorio. En este punto se analiza la información ambiental

generada para el sitio en estudios anteriores, se generó cartografía para el sitio del Proyecto a partir de datos vectoriales e interpretación de imágenes de sensores remotos y verificaciones en campo (escalas 1:50 000). Se identifican las coberturas que conforman el territorio (poblaciones cercanas, vegetación, áreas agrícolas, áreas sin vegetación, cerros aislados, tipos de suelo, microcuencas) y se incluyó información proporcionada por CFE respecto a las cuencas atmosféricas de La Paz y El Coyote, las cuales fueron delimitadas en base a la topografía del terreno, donde se separa la planicie de la zona urbana y la zona montañosa.

3. Análisis funcional. A partir del conocimiento de los elementos bióticos y abióticos, así como de la interpretación del territorio basado en identificar expresiones y evidencias de los ciclos y procesos naturales, se delimita el sistema ambiental o el Área de Estudio donde se describen los elementos y factores ambientales que interactúan directamente, analizando la magnitud y las actividades del Proyecto que fueron declaradas en el Capítulo II de este documento y modelos matemáticos del comportamiento de las emisiones y descargas que contempla el Proyecto y las Centrales actualmente en operación (CCI Baja California Sur), tanto a la atmósfera como al cuerpo de agua de la bahía, cruzando información con las disposiciones de los instrumentos legales aplicables, señalados en el capítulo III (Programa de Desarrollo Urbano).

Metodológicamente los análisis antes referidos se explican con base en una serie de procesos lógicos de obtención y evaluación de información a escalas diferentes, orientados estratégicamente a delimitar el Área de Estudio respecto al tipo y magnitud del Proyecto que se pretende desarrollar (**Figura IV.2**). Es por ello que el territorio delimitado corresponde al sistema ambiental regional en que se insertará el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V y donde ya se encuentran tres Centrales similares en funcionamiento y una más en construcción.

Así pues, los factores y elementos del ambiente que directamente interactúan con el proyecto, se engloban en el SAR delimitado (**Figura IV.2**), el cual se define como el Área de Estudio a caracterizar en este capítulo y cubre una superficie de 2 051 km² (ver **Plano 1 del Anexo 2**). Allí se evalúan los aspectos de clima, geología, geomorfología, suelo, hidrología, aspectos marinos y costeros, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos para este estudio de impacto ambiental, en su modalidad regional, analizando las tendencias de desarrollo y deterioro de la región, para proponer los escenarios de eventos y efectos.

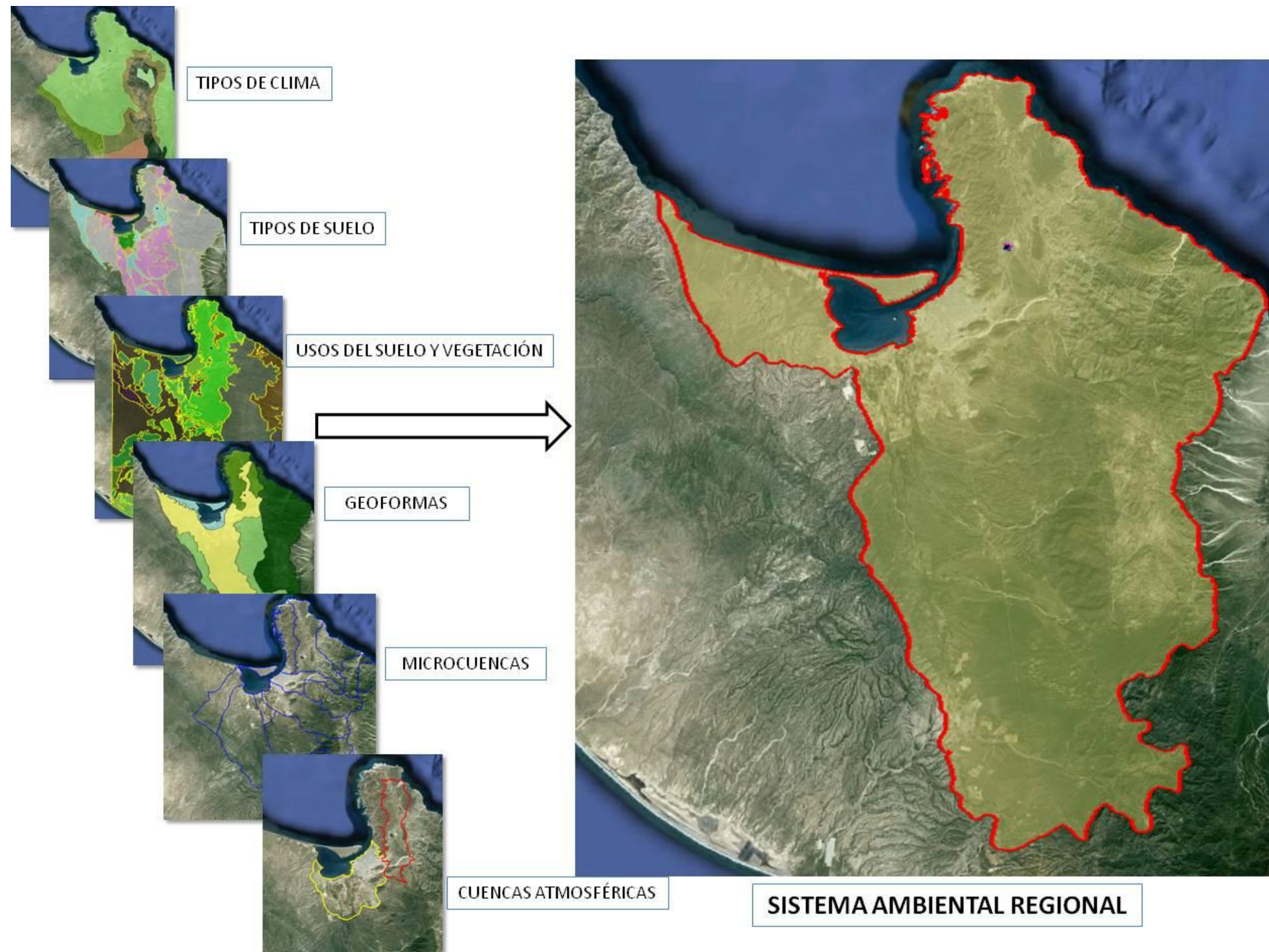


Figura IV.2. Procedimiento metodológico para delimitar el Sistema Ambiental Regional para el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V.

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional.

En este apartado se conforma una visión integral del sistema ambiental del Área de Estudio donde se pretende la construcción de la 286 CCI Baja California Sur V, identificando los elementos ambientales relevantes y críticos.

Se hace la integración de los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural del Área de Estudio propuesta. En el análisis se consideran los elementos sobre los que se tiene influencia directa o indirecta con la construcción y operación de la 235 CCI Baja California Sur IV y las actuales centrales de la CCI Baja California Sur.

IV.2.1 Medio Abiótico

a) Clima y fenómenos meteorológicos

Para el presente análisis climatológico, se utilizó la información de los registros climatológicos de la Base de Datos compilada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua denominado ERIC-III para el periodo estandarizado 1970-2003, para los puntos de observación de las estaciones: B.C.S. 003037 de Los Planes en la Paz, B.C.S. situada en la Long. -109,933 y Lat. 23,967 a 40 sobre el Nivel Medio del Mar (NMM); y la estación: B.C.S. 003049 de San Antonio (Long. -110,050 y Lat. 23,800) a 375 m sobre el NMM. Estas estaciones, cuyos nombres se mantienen textualmente como se encuentran en la Base de datos citada, fueron seleccionadas debido a que son las más representativas del Área de Estudio tanto por cercanía como por contar con la cobertura temporal del 98% de la información, a diferencia de las estaciones: B.C.S. 003114 Ensenada de Muertos, (Long. -109,833 y Lat. 23,983); B.C.S. 003145 San Simón, La Paz (Long. -109,967 y Lat. 23,633600) y B.C.S. 003186 Agua de San Antonio (Long. -109,933 y Lat. 23,683840) que inicialmente fueron consideradas pero que no cumplen con el porcentaje de cobertura temporal requerido (cuentan con menos del 30% de las observaciones).

La información de altura de capa de mezcla para este mismo periodo, se obtuvo del Aeropuerto "Gral. Manuel Márquez de León" de la Paz, B.C.S localizado en las coordenadas (Long. -110,362500 y Lat. 24,072222).

Por su parte la frecuencia de ocurrencia de eventos ciclónicos, se realizó a partir de las trayectorias de los meteoros desde 1949 hasta el 2010, considerando aquellos que llegaron

a acercarse al menos 200 km a la ciudad de La Paz. Los datos de las trayectorias ciclónicas provienen del sitio electrónico Weather UNISYS:

<http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>.

Tipo de clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988) para nuestro país, la ciudad de La Paz, por sus condiciones de temperatura y precipitación, presenta un clima BW(h')hw(e), es decir, seco desértico, cálido (García, 1988). La temperatura media anual es mayor de 22°C, un régimen de lluvias en verano y una oscilación anual extremosa de la temperatura, que varía entre 7°C y 14°C. En particular el área de San Juan de los Planes, presenta un clima en general cálido extremoso, con inviernos fríos y ventosos. Las lluvias se presentan principalmente en verano (julio a septiembre) provocado por sistemas ciclónicos y monzónicos que se aproximan a la región, mientras en invierno de manera intermitente a causa de vaguadas frontales o equipatas (García, 1988, 1989).

Climograma

Con el promedio estandarizado de las estaciones B.C.S. 003037 de Los Planes y B.C.S. 003049 de San Antonio se construyó el año tipo de temperatura como se observa en la **Figura IV.3**. La principal época de lluvias se presenta durante la mitad caliente del año y se asocia a la actividad convectiva que se produce al calentarse la superficie del océano adyacente a la zona de estudio.

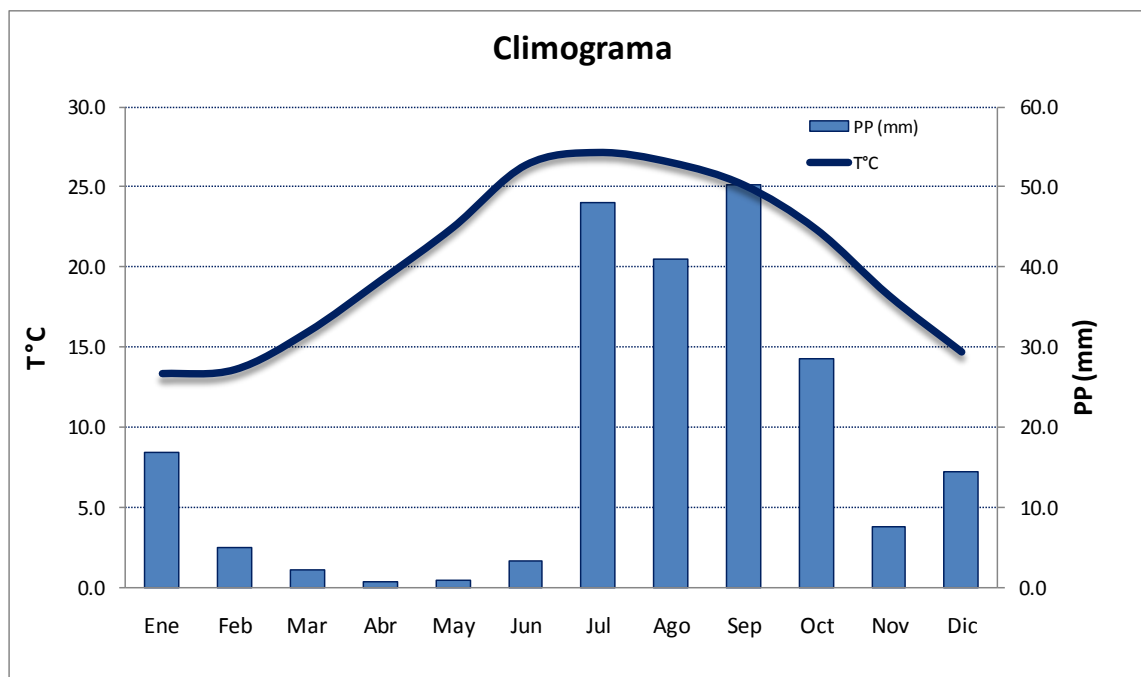


Figura IV.3. Climograma del Área de Estudio.

Temperatura

Las variaciones diurnas y anuales de la temperatura están directamente relacionadas con el balance de la radiación solar. Debido a que el Área de Estudio se encuentra al norte del Trópico de Cáncer, la curva media mensual de temperatura muestra solamente un pico máximo durante el verano. En el mes de enero se registra la temperatura mensual más baja, con una media de 13,4°C, a partir de febrero se observa un aumento paulatino en la temperatura, hasta el mes de julio que es cuando se registra la temperatura media mensual más alta de 27,2°C; después, en septiembre, la temperatura desciende muy poco, probablemente, porque aumenta en la noche y la madrugada el número de calmas. A partir de octubre, se presenta la pendiente más pronunciada en el descenso de temperatura media mensual hasta alcanzar nuevamente la mínima en el mes de enero (**Figura IV.4**).

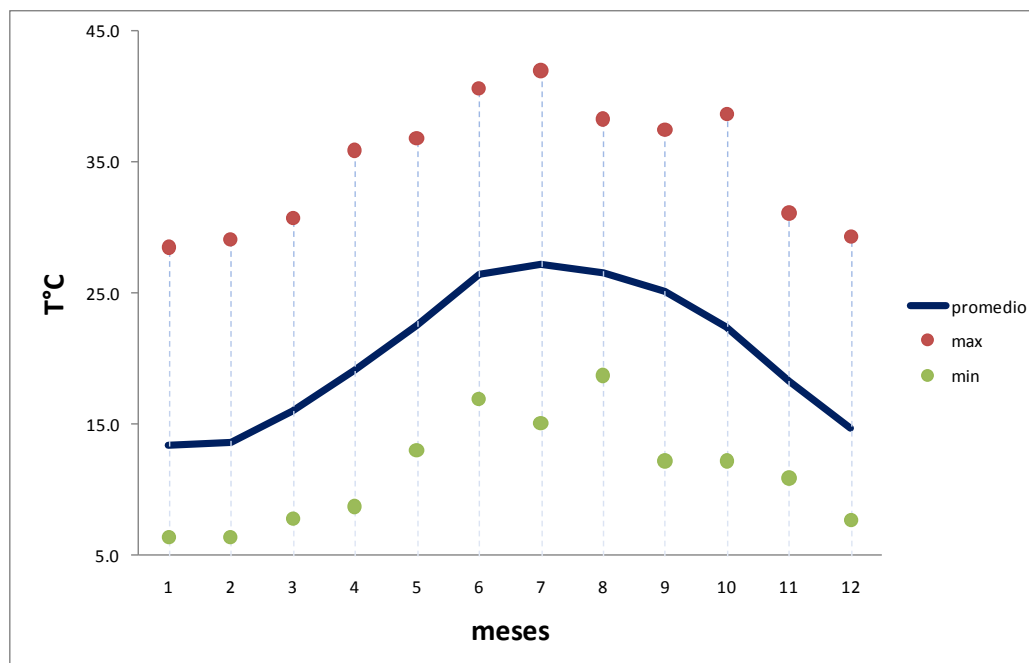


Figura IV.4. Patrón estacional de temperaturas promedio mensual (1970-2003) para la zona de estudio. Se muestran los máximos y mínimos históricos para cada mes.

Temperaturas anual y extremas

La temperatura media anual para el periodo comprendido de 1970 al 2003 es de 20,5°C. Las temperaturas extremas registradas en la zona de estudio para el mismo periodo fueron las siguientes:

Temperatura máxima maximorum fue de 42°C registrado el 12 de Julio de 1969

Temperatura máxima minimorum fue de 28,5°C registrada el 3 de Febrero de 1979

Temperatura mínima maximorum: fue de 18,7°C registrada el 29 de Junio de 1961

Temperatura mínima minimorum: fue de 5,3°C registrada el 27 de Diciembre de 1973

Temperatura máxima

La temperatura máxima anual en el Área de Estudio es en promedio, de 34,8°C (1970-2003). Se presenta una curva similar a la de la temperatura media mensual con la diferencia de que la variación es entre los 19 y los 32° C, registrando las temperaturas más altas de junio a septiembre con el ascenso pronunciado de marzo a junio; y las más bajas de diciembre a febrero con la pendiente de mayor descenso de octubre a diciembre (**Figura IV.5**).

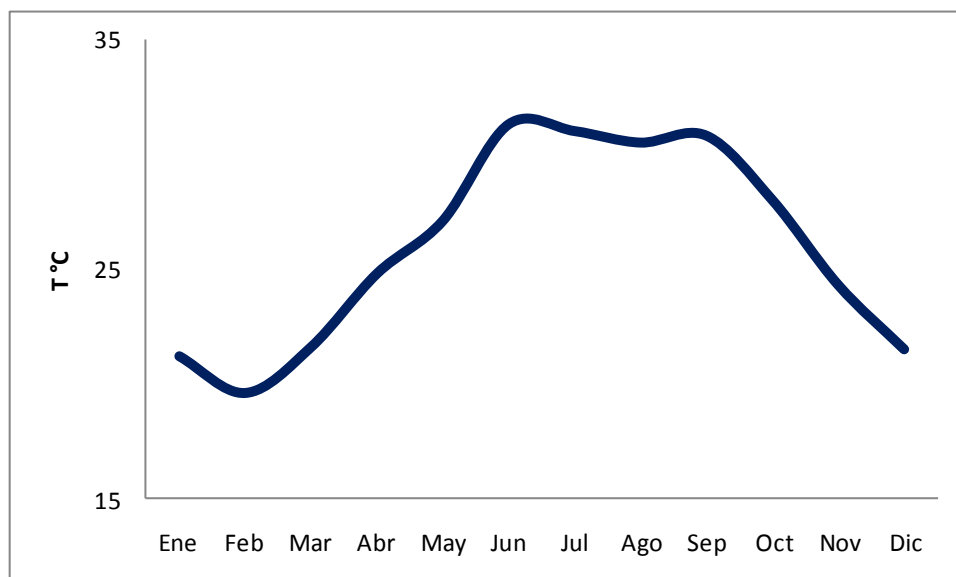


Figura IV.5. Temperatura máxima promedio mensual (1970-2003) para la zona de estudio.

Temperatura mínima media

La temperatura mínima anual promedio en La Paz es de 15,3°C. La temperatura mínima mensual promedio tiene un comportamiento diferente al de la temperatura media mensual, se observa un aumento constante desde el mes de enero hasta su máximo durante julio para iniciar rápidamente el descenso constante en los meses posteriores (**Figura IV.6**).

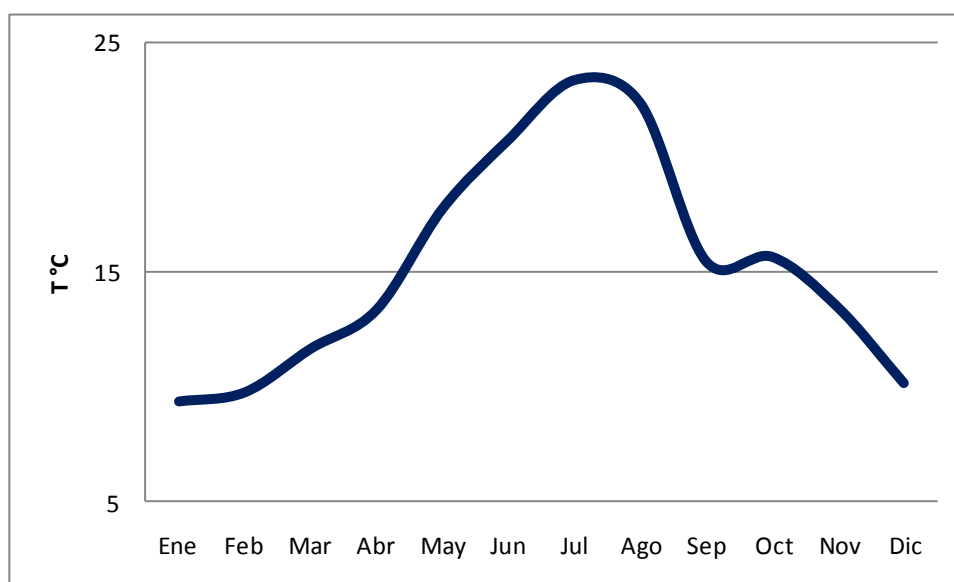


Figura IV.6. Temperatura mínima promedio mensual (1970-2003) para la zona de estudio.

Precipitación

Por la ubicación geográfica del Área de Estudio, la precipitación en la zona está fuertemente influenciada por la presencia de la Corriente fría de California y por la celda semipermanente de Alta Presión del Pacífico, por lo que la precipitación a lo largo del año es escasa.

La precipitación media anual para el Área de Estudio, para el periodo de 1970-2003 con base en lo promediado, fue de 18,2 mm, encontrando los mayores valores de precipitación durante los meses de julio a octubre (**Figura IV.7**), sin embargo, la cantidad de lluvia que cae en determinado mes o año es rara vez igual a la que cae en el mismo mes de otro año o en el año siguiente, debido a la presencia o no de los ciclones tropicales.

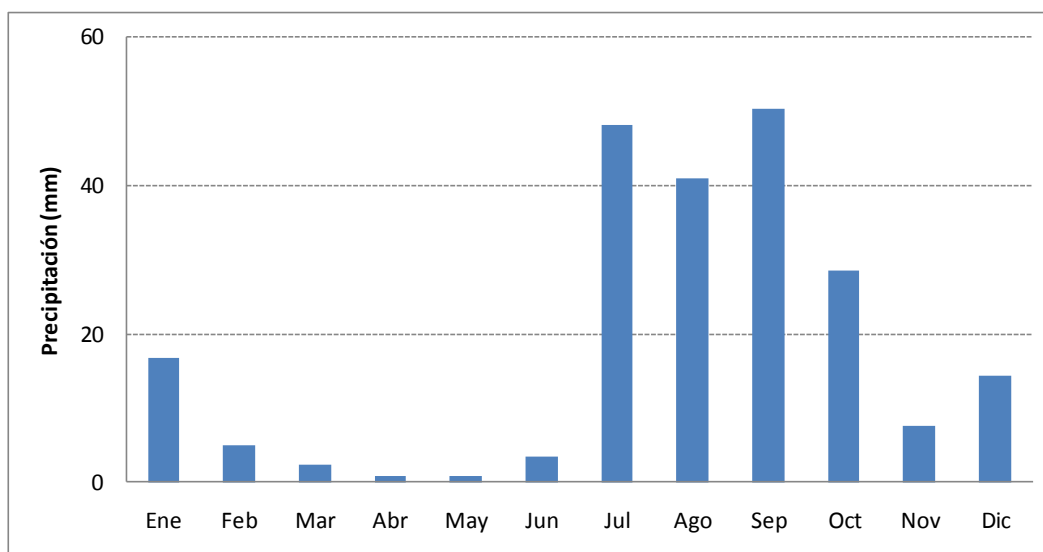


Figura IV.7. Precipitación promedio mensual (1970-2003) para el Área de Estudio

Por su parte cabe señalar que en el municipio de La Paz, dentro del cual se encuentra el Área de Estudio, el número de años en que la lluvia está por debajo de lo normal es mayor (46 años) que cuando está por encima de la media. El año más lluvioso ha sido 1943, con 622 mm; sin embargo la presencia de las perturbaciones meteorológicas de origen tropical como los huracanes durante el verano pueden originar abundantes lluvias locales como las que dejó a su paso el Huracán Juliette durante el año 2001 cuando precipitó más de 500 mm en tan solo tres días. El año más seco ha sido 1963, con solamente 25,7 mm acumulados en el año (CIBNOR, 2010)

Por su parte con información facilitada por el promovente relativa a un memorándum técnico que presenta los resultados preliminares de la Evaluación de Escurrimiento de Agua Superficial de San Antonio, se tiene que, la precipitación máxima probable (PMP) para un periodo de 24 horas calculada para la zona es de 896 mm.

Vientos

El análisis del viento superficial en La Paz, se hizo a partir de la construcción de rosas de los vientos con la mejor información disponible proveniente de las observaciones horarias registradas en el aeropuerto Gral. Manuel Márquez de León, ya que si bien existe información de vientos en bases como la NCEP/NCAR Reanalysis Project, (<http://www.cdc.noaa.gov/>) que utiliza un avanzado sistema de análisis y pronóstico para la asimilación de datos sobre la base de observaciones desde 1948. Los datos tienen una resolución espacial de 1.9 ° (Betts et al., 1996; Kalnay et al., 1996) por lo que no resultan útiles para estudios puntuales.

Analizando la base de datos meteorológicos, se tiene un sistema de viento dominante del SSE. Las **Figuras IV.8a, IV.8b y IV.9** muestran las rosa de vientos correspondiente a la zona de estudio. Las velocidades del viento fluctúan desde 0 hasta 10,3 m/s como máximo. El promedio anual de velocidad de viento es de 2,4m/s, con un porcentaje de calmas (velocidades menores a 0,5m/s) de 23,6% que se presentan principalmente en los meses de Octubre a Enero. La circulación superficial del aire en La Paz, está influenciada principalmente, por factores locales tales como la orografía y las brisas marinas, aunque también se ve afectada por los sistemas meteorológicos regionales como frentes fríos, el monzón de verano y los ciclones tropicales.

En las **Figuras IV.8a y IV.8b**, las rosas de los vientos por mes y anual donde se puede observar que durante los meses cálidos del año la dirección dominante es del SSE y durante los meses fríos provienen del NNW, siendo los meses transicionales el mes de marzo y el mes de octubre. El porcentaje de calmas durante el año es de 23,5%.

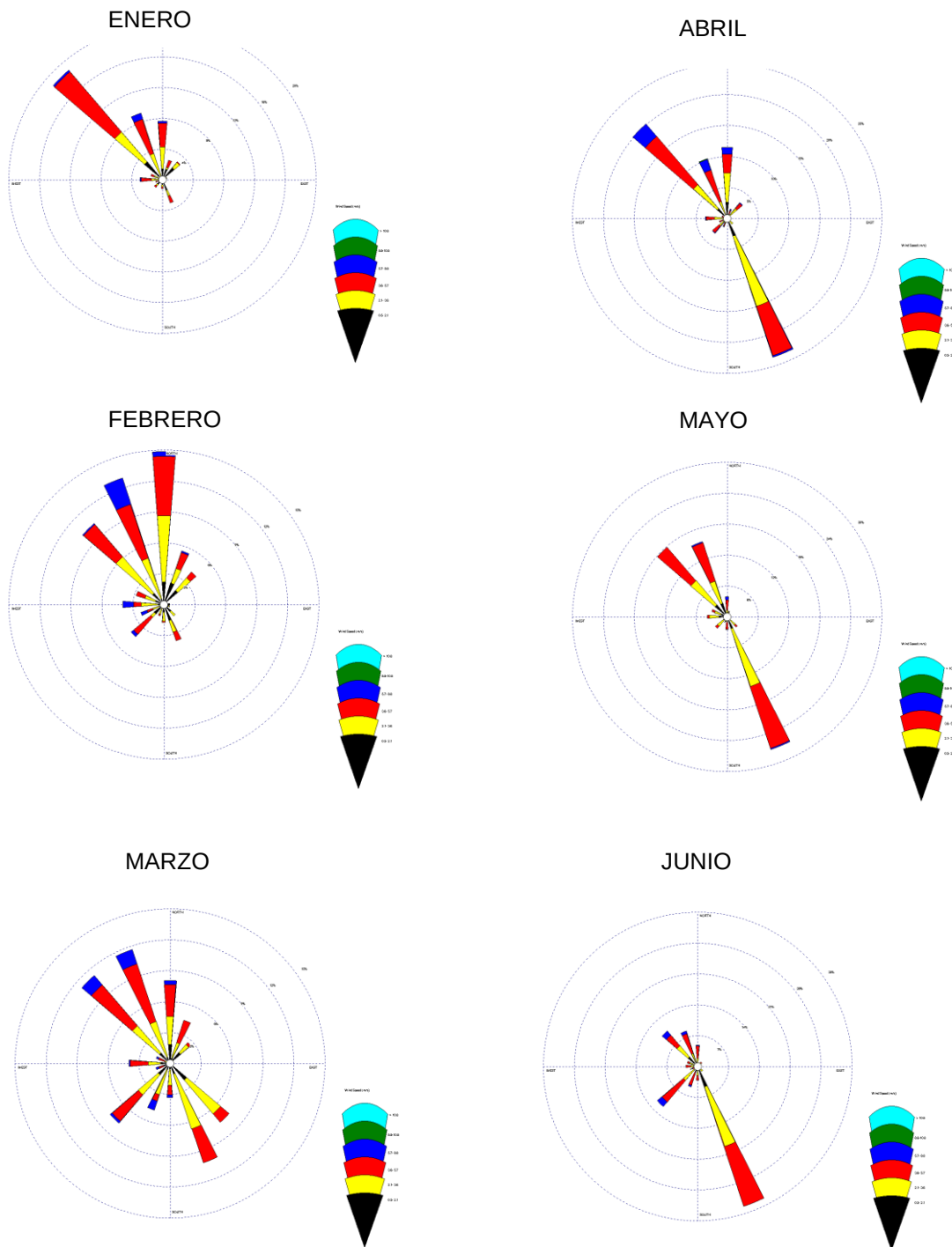


Figura IV.8a. Rosa de vientos mensual.

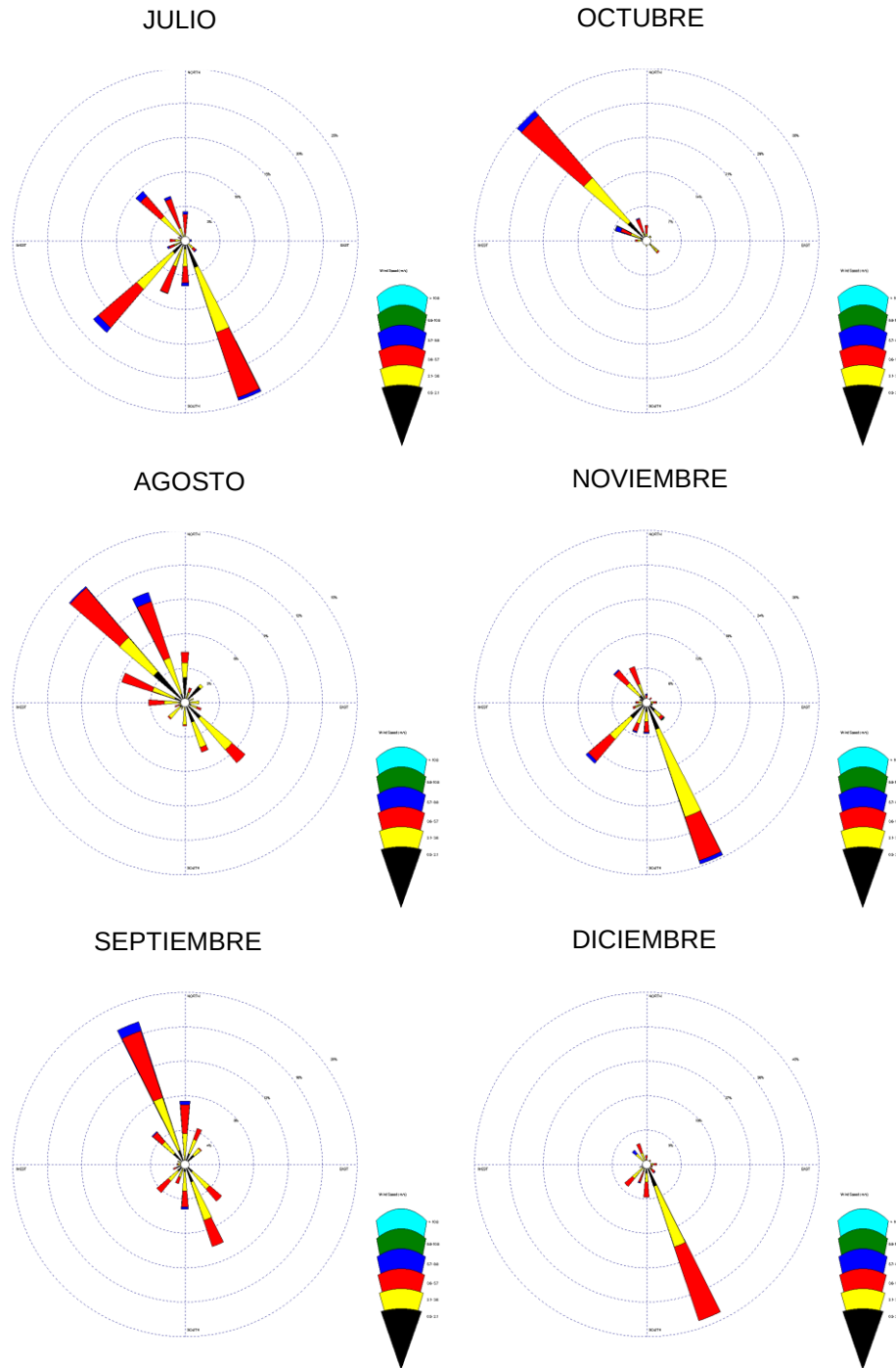


Figura IV.8b. Rosa de vientos mensual.

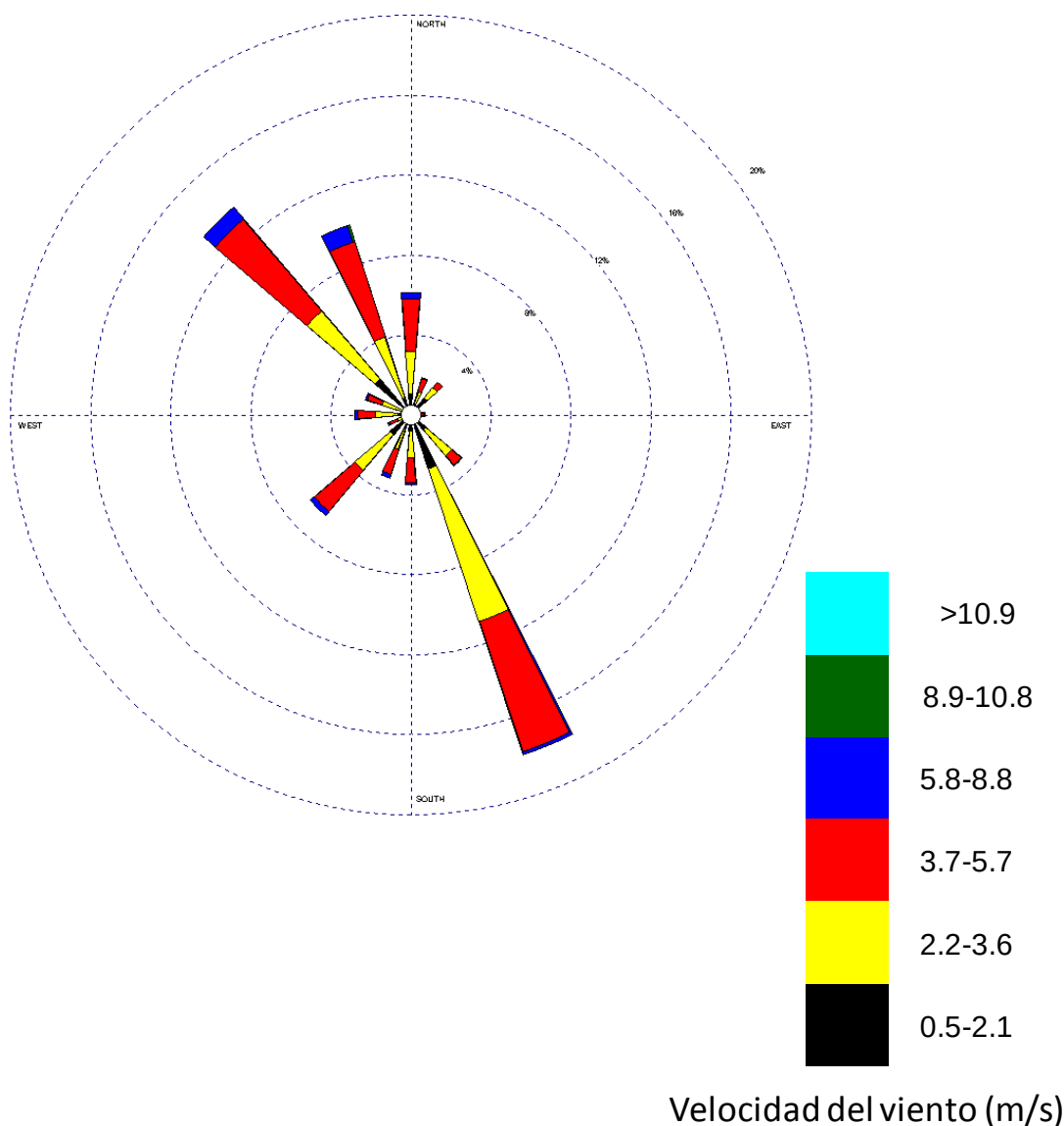


Figura IV.9. Rosa de vientos promedio anual para la ciudad de La Paz, B.C.S.

Humedad

La humedad relativa media anual en La Paz es de 67,2% (1970-2009), pero varía de un mes a otro. Los meses que presentan un porcentaje más alto de humedad son enero, noviembre y diciembre, mientras que los meses más secos son abril, mayo y junio (**Figura IV.10**). La humedad relativa diaria varía en forma opuesta a la temperatura, tiende a ser más baja después de mediodía y más elevada por la noche y la madrugada, cuando la depresión del

bulbo húmedo se reduce. Durante los meses más secos, al mediodía se alcanza, en ocasiones, una humedad relativa por debajo del 10%.

Por estar localizada a una latitud cerca del cinturón subtropical de altas presiones, La Paz se encuentra en una zona de divergencia en donde el aire desciende y favorece un tiempo seco. De ahí que la evaporación local no constituya, por lo general, la fuente principal de la condensación y de la precipitación, sino más bien, la afluencia de humedad, transportada por la advección de las masas de aire húmedo, es la que contribuye a la formación de nubes y precipitación.

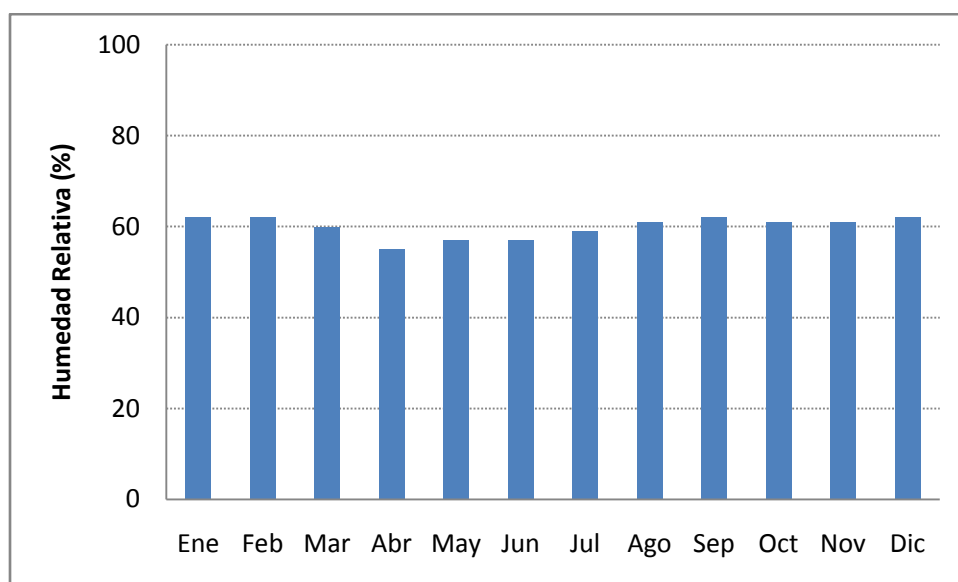


Figura IV.10. Humedad relativa promedio mensual para la zona de estudio.

Balance Hídrico

Evaporación

El concepto de evapotranspiración potencial (ETP) clásico ha sido criticado por diversos autores, especialmente en las zonas semiáridas y áridas. Así Perrier (1984) propone abandonar el concepto de ETP y propone como alternativa el concepto de evaporación potencial EP, que define la evaporación cuando toda la superficie está saturada de agua, de manera que no haya ninguna restricción de humedad.

La evaporación potencial en la zona de estudio varía con la estación del año y es mayor durante los meses de mayo, junio y julio, con más de 200 mm al mes (**Figura IV.11**). Estos

corresponden a los meses que tienen una mayor insolación, una alta temperatura y un menor contenido de humedad. A pesar de que la temperatura media, es por lo general, más alta en los meses de agosto y septiembre, la evaporación disminuye porque el contenido de humedad y la nubosidad aumentan. Durante los meses de invierno, cuando disminuyen la insolación y la temperatura, y aumenta la humedad relativa, se registran las lecturas más bajas en la evaporación, principalmente en enero, diciembre y noviembre con una evaporación media menor de 100 mm.

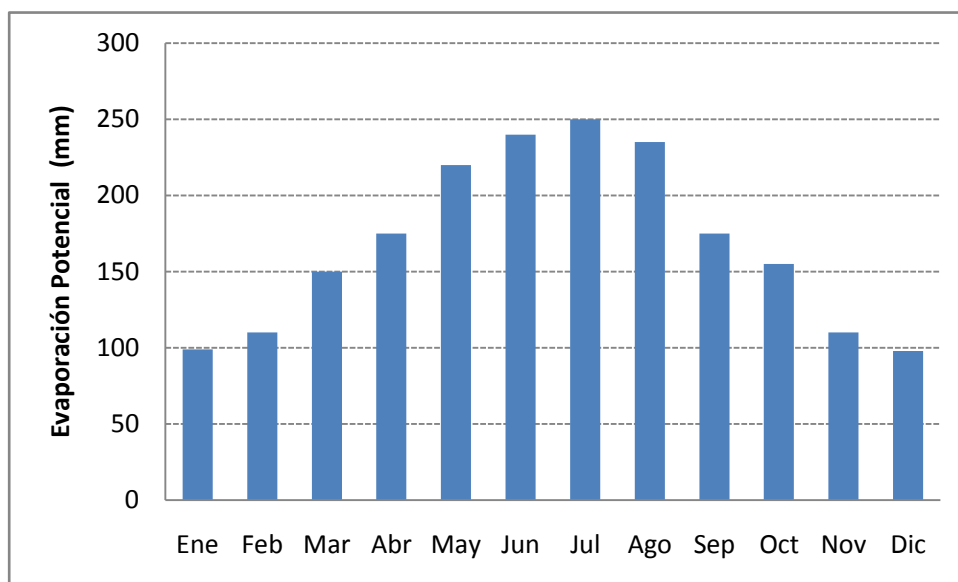


Figura IV.11. Evaporación Potencial promedio mensual para el Área de Estudio.

Eventos Meteorológicos Extremos

Ciclones

Los principales eventos climáticos extremos que llegan a afectar la zona son las perturbaciones ciclónicas de origen tropical. La **Figura IV.12** muestra el porcentaje de ocurrencia de tormentas o huracanes promedio por mes. En ella se puede observar que el mes con mayor incidencia es septiembre seguido por el mes de octubre.

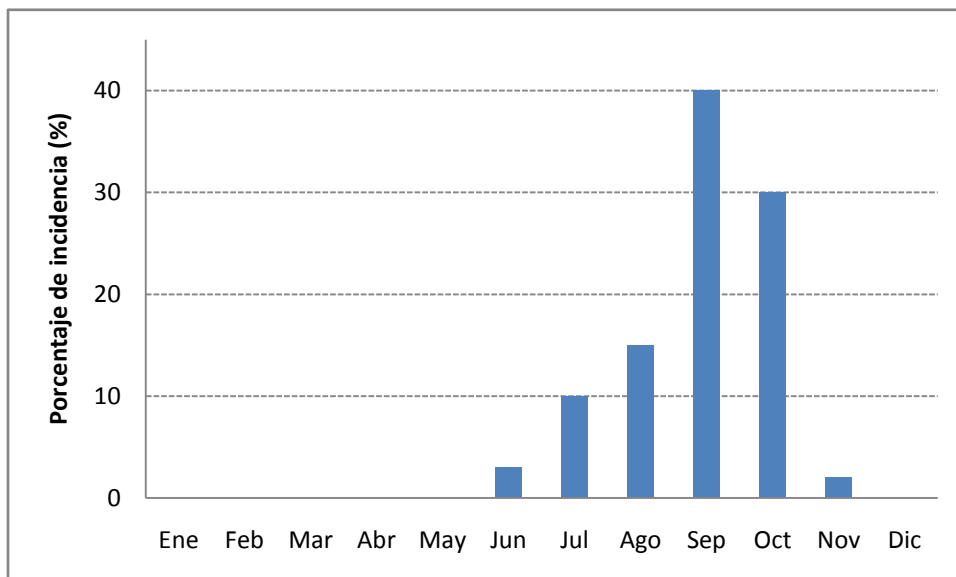


Figura IV.12. Porcentaje promedio mensual de incidencia de perturbaciones tropicales para el Área de Estudio (1970 – 2010).

En los últimos cinco años los meteoros tropicales que se han acercado a la Bahía de La Paz se muestran en las **Figuras IV.13** y **IV.14**. Las estadísticas muestran que al menos un meteoro de categoría intermedia (2-3 escala de Saffir-Simpson) tiene influencia en el Área de Estudio, principalmente durante el mes de septiembre. Destacan el Huracán Juliette que ocurrió el 2001 y los huracanes Ignacio y Marty que se presentaron en agosto y septiembre del 2003. El Juliette dejó una cantidad muy importante de precipitación pluvial en toda la región. Para el caso de La Paz la precipitación pluvial durante los tres días que duro el evento sobrepasaran los 500 mm (CONAGUA 2011).

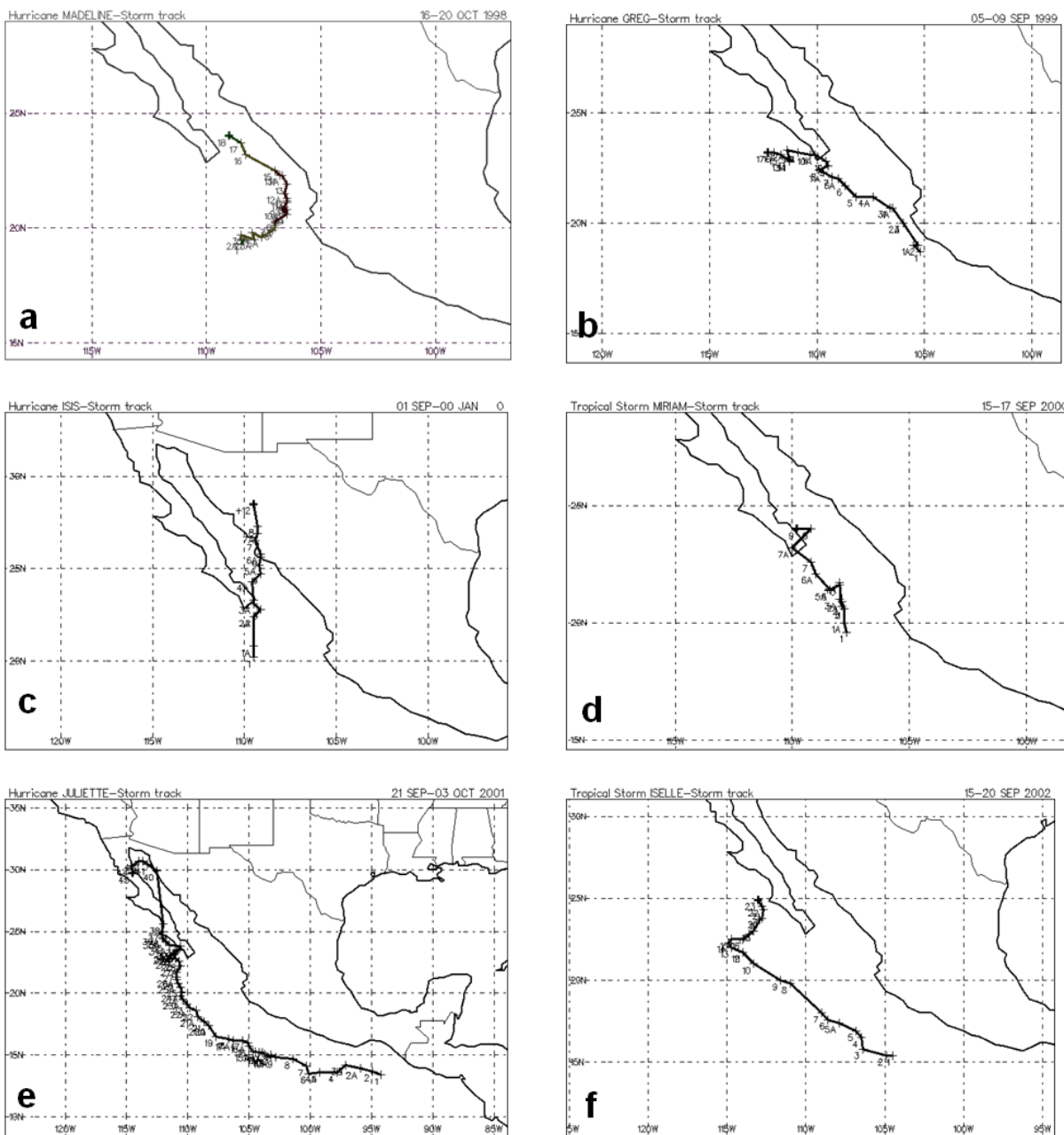


Figura IV.13. Meteoros tropicales que tuvieron influencia en la Bahía de la Paz en el periodo 1998-2010. a) Madeline; b) Isis; c) Greg; d) Miriam, e) Juliette f) Iselle. Imágenes tomadas del *Eastern Pacific Tropical Storm Tracking, 2011*.

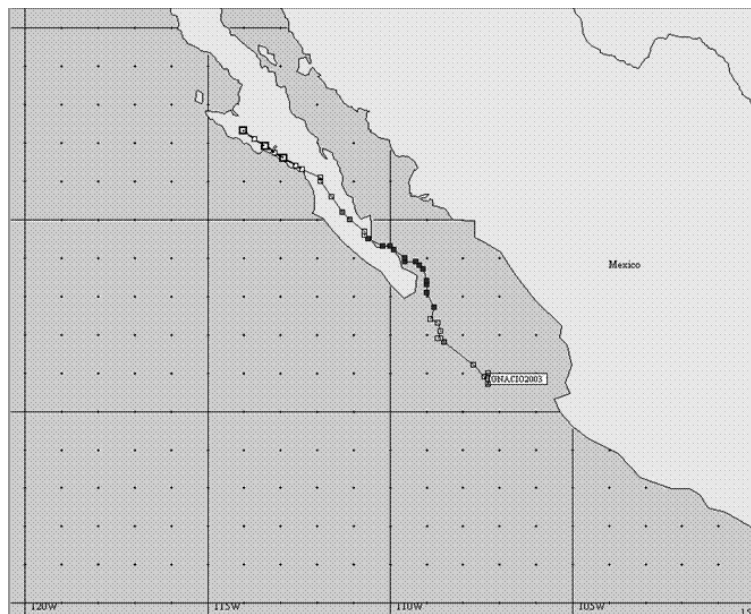


Figura IV.14. Trayectoria del Huracán Ignacio, Imagen tomadas del Eastern Pacific Tropical Storm Tracking, 2011.

El Huracán Ignacio de categoría 1 en la escala Saffir-Simpson, tuvo su mayor acercamiento a la zona de estudio en la tarde del día 25 de agosto de 2011, cuando estuvo sobre la línea costera, a 25 km al Noreste de La Paz, BCS, con vientos máximos sostenidos de 120 km/h. Entró en tierra por el Noroeste de la Bahía de la Paz a 65 km al Noroeste de la ciudad de La Paz, B.C.S, con vientos máximos sostenidos de 120 km/h, rachas de 145 km/h. misma fuerza con la que se mantuvo hasta la mañana del día siguiente. La precipitación pluvial en la zona de estudio fue escasa alcanzando los 30 mm (CONAGUA 2011).

El Huracán Marty de categoría 2 en la escala Saffir-Simpson, se presentó en el zona de estudio el día 19 de septiembre; al tocar tierra firme se degradó a huracán de categoría 1 en la escala de Saffir-Simpson con los vientos máximos sostenidos de 140 kilómetros por hora, con rachas de más de 155 kilómetros. La precipitación pluvial en la zona de alcanzó los 200 mm. El huracán ocasionó inundaciones en áreas urbanas de La Paz y en varias comunidades aledañas. El paso de 'Marty' provocó serios daños a numerosas construcciones de madera, arrancó cientos de árboles, derribó postes y líneas de transmisión eléctrica y dejó unos 6,000 damnificados (CONAGUA 2011).

b) Geología y geomorfología

Provincias fisiográficas, geológicas y Terrenos Tectonoestratigráficos.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1996) y al Consejo de Recursos Minerales (CRM, 1999), el predio del Proyecto se ubica en la provincia fisiográfica y geológica, Península de Baja California (I) (**Figura IV.15**). Hacia el límite sur de la subprovincia fisiográfica Discontinuidad Llanos de Magdalena (4), la cual coincide con la Subprovincia geológica Purísima-Iray (If). En el Área de Estudio, la subprovincia fisiográfica Discontinuidad Llanos de Magdalena, limita al este con la subprovincia fisiográfica Discontinuidad del Cabo y al oeste con la subprovincia Sierra La Giganta, (INEGI, 1996; CRM, 1999; López Ramos1979).

El rango estratigráfico, en esta región peninsular va del Mesozoico al Cuaternario. El relieve en general lo conforma cuatro unidades geomorfológicas principales a) sierras, b) bajadas (laderas), c) llanuras aluviales y d) franja costera, las cuales se integran a su vez por unidades geomorfológicas de menor escala (se describen posteriormente en el punto de geomorfología).

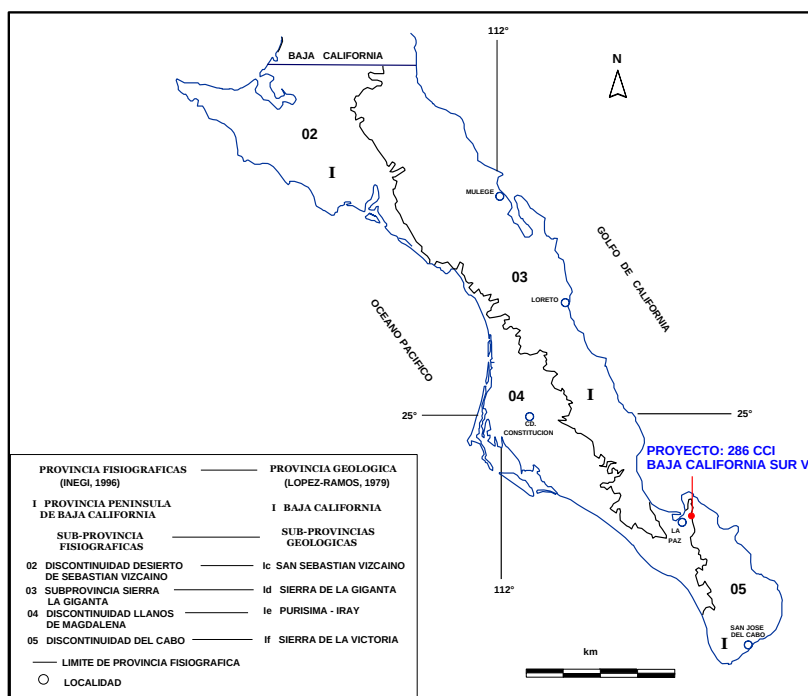


Figura IV.15. Ubicación del Área de Estudio, en las subprovincias fisiográficas (INEGI, 1996) y geológicas (López Ramos1979).

Según la distribución de terrenos tectonoestratigráficos propuesta por Sedlock et al. (1993), el predio del Proyecto, se encuentra en el límite sur del Terreno Yuma, que a su vez limita hacia el sur con el Terreno Pericú, el cual Campa y Coney (1983), refieren como Terreno Alisitos (**Figura IV.16**). De acuerdo a los autores referidos, estos “Terrenos” así como el Terreno Cochimi, al cual Campa y Coney (1983), refieren como Terreno Vizcaíno, constituyen el basamento de la península de Baja California Sur.

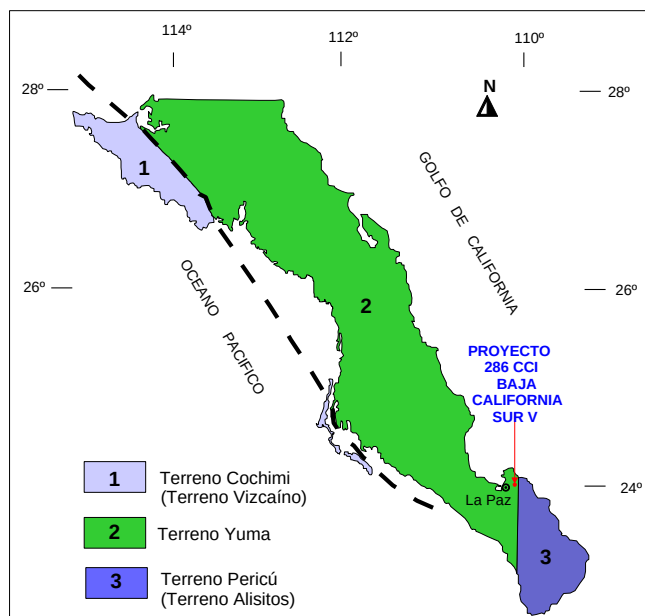


Figura IV.16. Ubicación del Área de Estudio en los terrenos tectonoestratigráficos de Baja California Sur, propuestos por Sedlock et al. (1993) y Campa y Coney (1982) (modificada de CRM, 1999).

El Terreno Yuma, lo integran rocas de arco magmático del Jurásico y Cretácico y rocas clásticas de tipo *Flysch* del Triásico-Cretácico, intrucionadas por granitoides del Batolito Peninsular (Sedlock et al. 1993). Se presenta en forma aislada al noreste y en las inmediaciones de Loreto al centro-este de la entidad y se encuentra cubierto, en su mayor parte, por rocas sedimentarias y volcánicas del Terciario (CRM, 1999). El Terreno Pericú (Alisitos), se encuentra constituido en dos terceras partes de rocas ígneas intrusivas (CRM, 1999). Dicho Terreno abarca la totalidad de la subprovincia fisiográfica discontinuidad del Cabo (ver **Figura IV.15**), cuyas rocas conforman lo que Ortega-Gutiérrez (1982), llama Complejo Cristalino de La Paz, y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1995), Bloque de los Cabos, o también llamado bloque tectónico de San José del Cabo (CRM, 1999) (**Figura IV.17**).

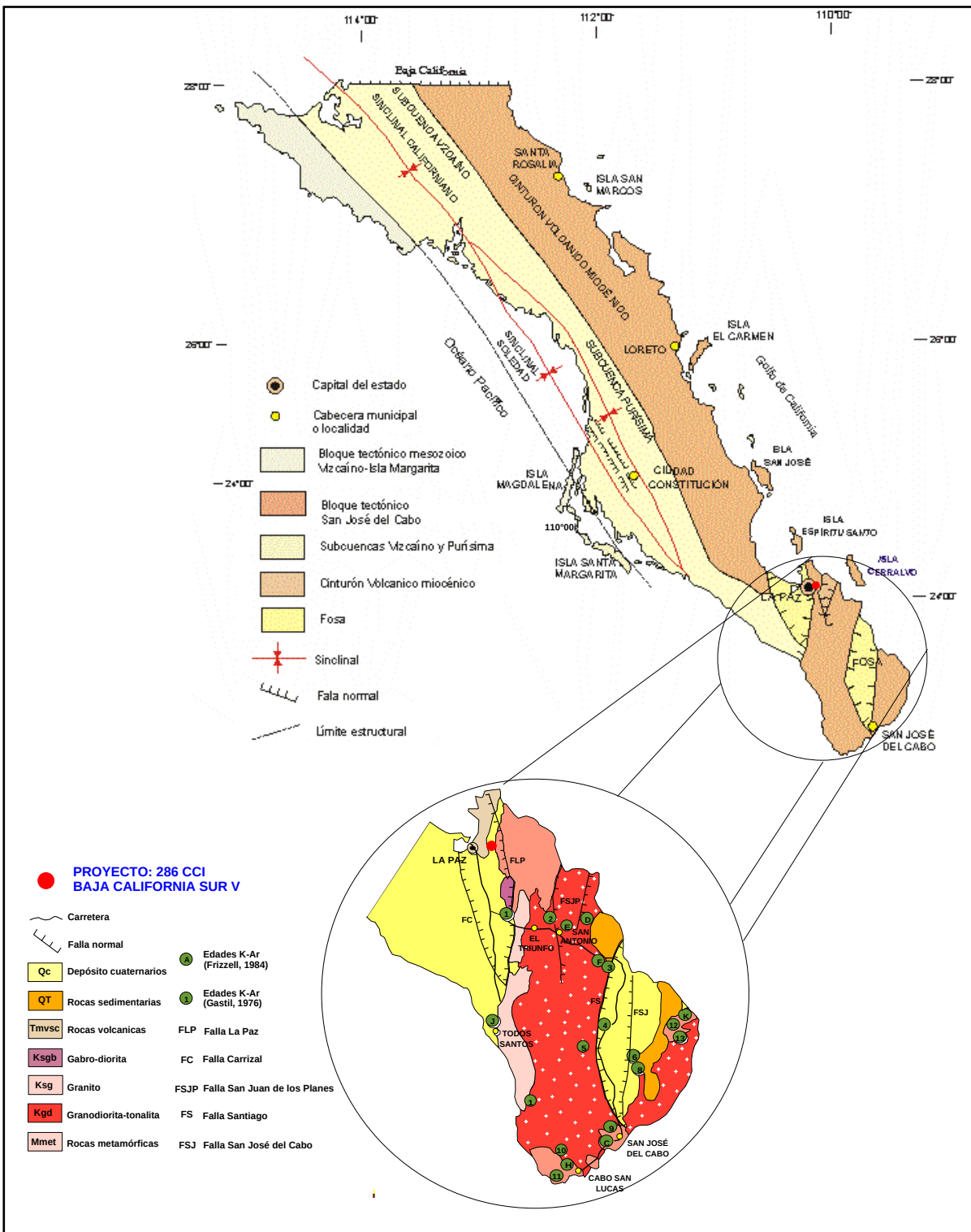


Figura IV.17. Ubicación del Área de Estudio, en el esquema tectónico-geológico de Baja California Sur (modificada de CRM, 1999).

Si consideramos que el concepto de “terreno” permite representar unidades litológicas y sus relaciones geológicas, tectónicas y de mineralización como sistemas complejos con una historia geológica común; entonces la porción de la subprovincia fisiográfica Discontinuidad Llanos de Magdalena, en donde queda ubicado el predio del Proyecto, y en general el valle de La Paz, en donde predominan los depósitos Cuaternarios, debería considerarse como una subprovincia fisiográfica independiente, puesto que estructuralmente la Discontinuidad Llanos de Magdalena corresponde a un sinclinal (Lozano, 1976; PEMEX, 1976), mientras que el valle de La Paz corresponde a una fosa tectónica (ver **Figura 17**) (Ortega-Gutiérrez, 1982; Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1995; CRM, 1999).

La condición estructural de la región de la paz y en general del Terreno Pericú, se atribuye a su desprendimiento desde el occidente de México y añadido al extremo meridional de Baja California, durante la apertura del Golfo, a cuyos eventos se asocian las numerosas fallas normales de edad cenozoica tardía, que afectan estructuralmente al bloque tectónico de San José del Cabo, en direcciones que varían de 42° NW a 45° NE, destacando entre ellas las de La Paz, El Carrizal, San Juan de los Planes, Santiago y San José del Cabo (CRM, 1999).

Sawlan y Smith (1984), mencionan que la tectónica tensional en la región del golfo comienza en el Mioceno medio al tardío, generando estructuras tipo fosas y pilares. Posteriormente, en el Plioceno inferior la dorsal del Pacífico oriental cabalga sobre la placa pacífica, y se inicia la deriva peninsular en dirección NW, evento que perdura en la actualidad, con la formación del sistema de fallas San Andrés y la zona de fractura Tamayo (CRM, 1999).

Geología

En el **Plano 4** del **Anexo 2**, se muestran las unidades litológicas que afloran en el Área de Estudio. El rango estratigráfico, en esta región es del Mesozoico al Cuaternario.

Las rocas Mesozoicas (M) en la región, corresponden a rocas metamórficas e ígneas intrusivas, afloran al sur-sureste del predio del Proyecto, en las sierras La Pintada, El Novillo, La Palmillosa (Las Cruces) y Las Canoas, las cuales integran en la región la unidad geomorfológica de sierras altas y forman parte del complejo cristalino del bloque tectónico de San José del Cabo (CRM, 1999).

Las rocas metamórficas en la región son metasedimentarias (Ms), Esquistos (E) y Gneis (Gn). El rango estratigráfico de las rocas metasedimentarias no ha sido establecido del todo,

se ha inferido de edad Jurásica (J), basados en dataciones radiométricas K/Ar, efectuadas por Murillo-Muñeton (1991), en rocas metamórficas pre-Cenozoicas de la región de La Paz.

Los esquistos son micáceos con hornblenda y sillimanita, los Gneis son cuarzofeldespáticos, anfibolíticos, biotita-granate y moscovita-biotita (Murillo-Muñeton, 1991; Ortega-Gutiérrez, 1982), el rango estratigráfico de estas rocas se asigna para el Cretácico (K). Estas rocas metamórficas, integran una franja delgada que conforma el borde occidental del Terreno Pericú (Sedlock *et al*, 1993; CRM, 1999).

Las rocas ígneas intrusivas en la región corresponden a granito (Gr), granodiorita (Gd), gabro (Ga) y tonalita (Tn), de edad Cretácica, las cuales según Carrillo (1990) integran dos terceras partes del bloque tectónico de San José del Cabo y representan al menos tres eventos magmáticos regionales.

El Cenozoico (C) en el Área de Estudio, se encuentra representado por rocas sedimentarias e ígneas extrusivas, afloran hacia el norte y sur-suroeste del Área de Estudio (ver **Plano 5**). Integran la unidad geomorfológica de sierras bajas, lomeríos y cerros isla (*inselbergs*).

Las rocas sedimentarias según INEGI (1988), tienen un rango estratigráfico del Mioceno (Tm) al Plioceno (Tpl), y consisten de areniscas (ar), conglomerados (cg) y arenisca-conglomerado (ar-cg), que sobreyacen discordantemente a las rocas ígneas intrusivas del Cretácico.

Las secuencias sedimentarias Terciarias (T) en la región, corresponden a unidades de las Formaciones Salada, Trinidad y “Horizontes rojos Coyote” (McCloy, 1984).

La litología de la Formación Salada (Plioceno) compuesta por intercalaciones de areniscas y limolitas amarillentas así como conglomerados fosilíferos marinos; aflora principalmente en la Sierra Los Filos Del Treinta y Cinco (sierras bajas), al sur-suroeste del Área de Estudio.

Pantoja-Alor y Carrillo-Bravo (1966), reconocen una secuencia de sedimentos marinos del Mioceno tardío al Plioceno temprano (Ts, Neógeno), a la que designaron informalmente como Formación Trinidad, integrada por secuencias de arenisca, conglomerado, lutita y limonita de color gris verdoso. Los afloramientos de esta formación se encuentran dispersos hacia el este y sur del Área de Estudio. Su expresión topográfica es de lomeríos en la unidad geomorfológica de bajada de las sierras graníticas altas del bloque tectónico de San José del Cabo.

La litología de los “Horizontes rojos Coyote” (Neógeno) integrada por alternancias de areniscas gruesas y conglomerados polimícticos de origen continental, afloran únicamente en las sierras bajas que limitan el valle aluvial de la desembocadura del arroyo del mismo nombre hacia el norte del Área de Estudio.

Las rocas ígneas extrusivas, en el Área de Estudio, consisten de brecha volcánica intermedia (Bvi), toba ácida (Ta), riolita (R) y volcanoclásticos (Vc). Según INEGI (1988) tienen un rango estratigráfico del Terciario Superior (Neógeno); afloran hacia el este y norte del Área de Estudio, integrando la unidad geomorfológica de sierras bajas, así como hacia el sur integrando cerros isla (*inselbergs*).

El consejo de recursos minerales (CRM, 1999) engloba a dicha litología como parte de la Formación Comondú del Mioceno compuesta por rocas volcánicas y volcanoclásticas, cuya mejor expresión se encuentra formando la cresta de la sierra de La Giganta, la cual se extiende en dirección sureste desde el paralelo 28° latitud norte, hasta las sierras bajas al norte y este del Proyecto antes referido (extremo meridional de la Sierra La Giganta), en donde se presenta el contacto tectónico con el batolito de la región de Los Cabos mediante la falla La Paz.

La Brecha volcánica intermedia, se compone de fragmentos de roca volcánica de composición intermedia y ácida, de formas angulosas y subangulosas, tienen minerales de plagioclasa sódica zoneada, clinopiroxeno, lamprobolita, circón, hematita, magnetita y tridimita en matriz vítrea; son de textura merocrystalina y piroclástica y de estructura compuesta masiva dispuesta en pseudoestratos ligeramente inclinados en algunos lugares están intercalados por toba dacítica. Sobreyace a material volcanoclástico y subyace a toba ácida. Se encuentra también en los cerros isla del valle de la Paz.

Las riolitas afloran en los cerros isla al sur de la ciudad de La Paz, sobreyaciendo a tobas ácidas e intermedias. Sus principales constituyentes son cuarzo y feldespato potásico, son de textura porfídica y afanítica, color rojo oscuro. Forman coladas lávicas con fracturamiento en bloques.

Las rocas Volcanoclásticas, en la región predomina la arena volcanoclástica, formada por fragmentos de roca volcánica, cuarzo, vidrio re trabajado, plagioclasa sódica, muscovita, clorita, calcita y óxido de hierro; son varias sus texturas: samítica, sefítica, merocrystalina y piroclástica en ocasiones sin arreglo ni clasificación, forma cuerpos tabulares y su estructura

es brechoide, compacta de color gris. En algunas partes se asocia a tobas líticas intermedias y dacíticas.

La toba ácida, se integra por toba lítica ácida, toba soldada (ignimbrita) y toba dacítica; formadas por minerales de cuarzo, feldespato, plagiocasa sódica, biotita y fragmentos de diversas rocas, entre las que destaca el pómez. Tiene matriz vítrea ácida hematizada, su textura varía de afanítica a porfídica merocrystalina y ligeramente piroclástica; su color es rojizo y rosa. Presenta fracturas y vesículas rellenas de sílice. Sobreyace y en algunos lugares se intercala con brecha volcánica y toba intermedia o ambas. En la unidad volcanoclástica la toba ácida forma un cinturón a lo largo de dicha unidad. Su morfología es de meseta.

El Cuaternario (Q) se encuentra ampliamente distribuido en el Área de Estudio, integrando principalmente depósitos de poco consolidados a no consolidados en las unidades geomorfológicas de bajada, valles aluviales y franja costera. Su litología la integran depósitos de origen aluvial (al), litoral (li), eólico (eo) y lacustre (la).

De estos depósitos, los que predominan son los aluviales, ya que en estos se engloban los depósitos proluviales (depósitos de abanicos aluviales) y coluviales (depósitos detríticos por efecto de gravedad). De igual estos depósitos cobran importancia, puesto que son los que integran la litología del predio del Proyecto (ver **Plano 5**). Su rango granulométrico es muy amplio, desde arcillas a cantos, siendo los tamaños de arena los que predominan, por lo que presentan buena permeabilidad. Se integran principalmente por fragmentos líticos de rocas pre-existentes y minerales de cuarzo y feldespato, con grado de redondez variable.

Los depósitos litorales, eólicos y lacustres, se encuentran integrando la franja costera periférica a la laguna costera de La Paz, la cual se ubica hacia el oeste Área de Estudio. Los depósitos litorales integran playas de arena cuya textura es de gruesa a fina y de mal a moderadamente clasificados, integradas principalmente por líticos cuarzo y feldespato. Los depósitos eólicos son arena de textura fina de moderada a bien clasificadas con predominio de minerales de cuarzo y feldespato, que integran campos de dunas, las que al igual que las playas se encuentran mejor representadas en la barrera arenosa El Mogote.

Los depósitos lacustres, los integran sedimentos de textura muy fina de limo y arcilla, se encuentran en planicies de inundación por efecto de la marea, diseminadas y asociadas a pantanos de manglar, en la periferia interna de la laguna costera de La Paz.

Las sierras altas se ubican hacia el este del Área de Estudio, integrando la porción norte de la subprovincia fisiográfica discontinuidad del Cabo, la cual desde el punto de vista estructural se reconoce como bloque tectónico de San José del Cabo, compuesto en su mayor parte por rocas Cretácicas metamórficas e intrusivas de composición granítica (INEGI, 1996 CRM, 1999). En la región estas sierras se identifican de acuerdo a la toponimia de INEGI, como La Pintada, El Novillo, La Palmillosa (Las Cruces) y Las Canoas. Estas se delimitan a partir de la cota de los 300 msnm, en donde la pendiente se hace pronunciada hasta alcanzar sus cimas redondeadas, cuya altura máxima en la región es de 1300 msnm, en el Cerro El Puerto. Presentan un relieve sinuoso e irregular, se orientan en dirección NW-SE, y se encuentran erosionadas por el drenaje de tipo radial de arroyos de régimen intermitente. Estructuralmente se encuentran afectadas por numerosas fallas normales, de las cuales destaca la Falla de La Paz por su característica regional, cuya traza el CRM (1999), ubica afectando el valle del arroyo El Coyote en dirección NW-SE, de tal manera que divide tajantemente a la subprovincia fisiográfica Discontinuidad del Cabo de la subprovincia Sierra La Giganta. De esta manera las sierras altas representan el pilar tectónico (*horst*) que limita hacia el oriente a la fosa tectónica (*graben*) del valle de La Paz (ver **Figura IV.17**).

Las sierras bajas, se localizan al norte, oeste y suroeste del Área de Estudio. Las localizadas al oeste y norte, se delimita a partir de la cota de los 100 msnm, presenta pendiente pronunciada, se encuentra formada por rocas volcánicas y volcanoclásticas del Terciario que forma una topografía sinuosa y abrupta con cimas irregulares que van de alargadas y estrechas (crestas) a picachos, su patrón de drenaje es de subparalelo a radial. Sus mayores elevaciones forman picachos con alturas máximas entre los 200 y 260 msnm, su litología corresponde a la Formación Comondú del Mioceno, por lo que el CRM (1999), considera a esta sierra como el extremo meridional de la Sierra La Giganta, consecuentemente corresponde a la subprovincia fisiográfica del mismo nombre. Sin embargo es de hacer notar que esta porción de la Sierra La Giganta, se encuentra dentro del graben de La Paz y separada del resto de dicha sierra por la bahía de del mismo nombre. Al mismo tiempo, esta sierra representa el límite oeste de la cuenca hidrográfica del arroyo El Coyote en donde se encuentra el predio del Proyecto (ver **Figura IV.18**).

Las sierra baja ubicada al oeste y suroeste, es conocida de acuerdo a la toponimia de INEGI como Los Filos del Treinta y Cinco, se integra por rocas sedimentarias del Terciario superior. Se delimita a partir de la cota 200 msnm; en la región esta sierra apenas sobrepasa los 200 m de altura, e integra una topografía irregular con cimas redondeadas que en algunas partes

se presentan planas, formando mesetas debido a la erosión diferencial causada por la presencia de coquina que sobreyace a areniscas y conglomerados. El drenaje es de arroyos intermitentes de tipo subparalelo a radial, este último mejor representado en el Cerro Batumi. Un aspecto a destacar en esta unidad geomorfológica, es el valle intermontano entre la cota 100 y 180 msnm, el cual separa la porción noroeste de la región serrana delimitada por la cota de 200 m del Cerro Batumi, también limitado por la cota de 200 m. Dicho valle intermontano forma dos vertientes de pendiente suave hasta alcanzar la franja costera, la occidental drena hacia el Océano Pacífico y la oriental hacia la Bahía de La Paz. Debido a este rasgo topográfico la porción noroeste de la Sierra Los Filos del Treinta y Cinco, se incluye como parte de la subprovincia fisiográfica Sierra La Giganta, mientras que la porción del valle intermontano antes referido se incluye, como parte de la subprovincia fisiográfica Discontinuidad Llanos de Magdalena (ver **Figura IV.15**). Estructuralmente esta sierra integra parte del pilar tectónico que limita al occidente a la fosa tectónica del valle de La Paz, mediante la falla regional Carrizal.

b) Bajadas (laderas), esta unidad geomorfológica en la región integra las laderas de las sierras tanto altas como bajas. En general presentan pendientes de moderadas a suaves. Las bajadas de pendiente moderada son de lomeríos integrados por la misma litología de las sierras a las cuales se encuentran asociadas, consecuentemente quedan incluidas en los aspectos fisiográficos y tectónicos que las distinguen. En general presentan alturas que varían de entre los 50 a 150 msnm y de cimas redondeadas.

Las bajadas de pendiente suave descienden hasta entrar en contacto con la franja costera, se encuentran integradas principalmente por depósitos coluviales (depósitos detríticos por efecto de gravedad) y proluviales (depósitos de abanicos aluviales). Estas condiciones topográficas y litológicas dificulta su delimitación, por lo que en el presente trabajo estas se incluyen como parte de las llanuras aluviales.

Tanto las bajadas con lomeríos como las de pendiente suave se encuentran disectadas por arroyos intermitentes de tipo detrítico a subparalelo cuyo origen en su mayoría se presenta en la unidad geomorfológica de sierras.

c) Llanuras aluviales, esta unidad geomorfológica en el Área de Estudio, se integra por bajadas de pendiente suave, como la asociada a la sierra baja Los Filos del Treinta y Cinco, ubicada al noroeste de su bajada con lomeríos, así como la ubicada al sur del Área de

Estudio antes referida, asociada a la sierra alta, las cuales como se menciono anteriormente se dificulta delimitar por su pendiente suave compuesta por depósitos Cuaternarios, que se interdigitalizan con los de llanuras y valles aluviales.

Al mismo tiempo esta unidad geomorfológica se integra por una topografía de pendiente muy suave, la cual da forma a las propiamente dichas llanuras aluviales, cuyo relieve plano predomina al sur del Área de Estudio, conocido como Llano La Laguna y al oeste y sur-suroeste de la ciudad de La Paz. Dicho relieve se ve interrumpido por cerros isla o testigo (inselbergs), desimados al sur; son de poca altura compuestos de rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Comundú del Mioceno; presentan cimas redondeadas y en algunos casos planas con basculamiento hacia el suroeste. De igual forma el relieve de las llanuras se ve interrumpido por los valles aluviales de los arroyos intermitentes provenientes de las sierras y bajadas con lomeríos, los cuales en esta unidad geomorfológica presentan un patrón subparalelo, compuestos por depósitos Cuaternarios de material detrítico procedente de la erosión de las rocas que integran las sierras y lomeríos. La condición topográfica de esta unidad geomorfológica y la buena permeabilidad de los depósitos sedimentarios ocasionan que muchos de los arroyos pierdan continuidad por lo que no alcanzan a desembocar hacia el mar; de igual forma el relieve prácticamente plano dificulta delimitar los parteaguas de los valles aluviales (cuencas hidrográficas).

En esta unidad geomorfológica es de destacar la cuenca hidrográfica del arroyo El Coyote, ya que hacia la porción superior de su valle aluvial, es donde se ubica el predio del Proyecto. En esta porción de dicha cuenca, se dificulta trazar el parteaguas ya que colinda al sur con la llanura aluvial conocida como Llano La Laguna, en donde al parecer se origina el arroyo El Coyote que sigue una dirección SW-NE hasta desembocar al Golfo de California. Esta cuenca se encuentra limitada hacia el este por la unidad geomorfológica de sierra alta y hacia el oeste por la sierra baja considerada por CRM (1999), como el extremo meridional de la Sierra La Giganta. Según INEGI (1996), ubica a esta unidad geomorfológica como parte de la subprovincia fisiográfica Discontinuidad Llanos de Magdalena, sin embargo como ya se ha hecho mención en el punto de fisiografía, la región de La Paz corresponde a una fosa (*graben*), limitada por pilares tectónicos (*horst*), mientras que la región de los Llanos de Magdalena, corresponde estructuralmente a un sinclinal.

d) Franja costera, esta unidad geomorfológica se limita a la periferia de la laguna costera de La Paz, en donde destaca el desarrollo de la barrera arenosa El Mogote que le da origen. Esta unidad se integra por playas arenosas, dunas, pantanos de manglar y marismas,

constituidos por depósitos Cuaternarios arenosos en playas y dunas y limo-arcillosos en pantanos de manglar y marismas. El aporte de dichos sedimentos se da a través de las cuencas hidrográficas que drenan al mar, en donde son retrabajados y redistribuidos por los agentes hidrodinámicos (viento, oleaje, marea y corrientes).

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca y actividad volcánica:

Sismicidad

Según la regionalización sísmica de la República Mexicana, propuesta por el Servicio Sismológico Nacional (SSN, en línea) (**Figura IV.19**), el Área de Estudio, se ubica en la zona “B”, que al igual a la “C”, son consideradas como zonas intermedias, con sismos poco frecuentes y afectadas por aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (SSN, en línea, 2012).

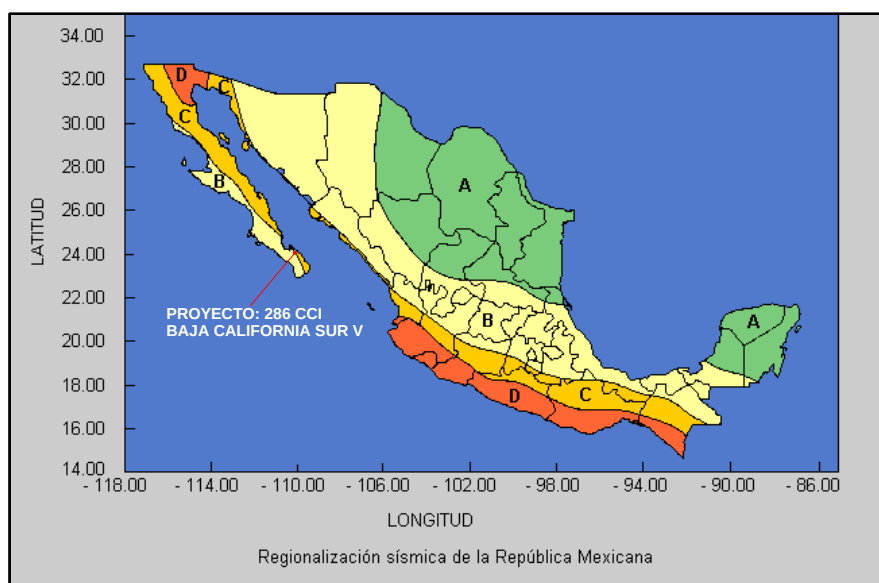


Figura IV.19. Ubicación del Área de Estudio, en la Regionalización sísmica de la República Mexicana (modificado del SSN).

De acuerdo a datos del Departamento de Sismología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) campus La Paz, BCS y a la consulta hecha al Servicio Sismológico Nacional, de enero de 1995 a noviembre de 2012, en la zona comprendida entre los 108° y 111° longitud oeste y los 22° y 25° latitud norte, se reporta a la

gran mayoría de la actividad sísmica hacia la parte central del Golfo de California con magnitudes menores a 5° en la escala de Richter. Los sismos con magnitud de 5° o más se numeran en la **Tabla IV.1** y su representación geográfica en la **Figura IV.20**.

Tabla IV.1. Sismicidad de 5° y mayor, registrada en el periodo de 1995-2012.

No.	Fecha	Longitud N	Latitud W	Prof. (km)	Magnitud Richter	Dist. Al predio del Proyecto (km)
1	30/06/1995	-110,05	24,07	10	6,2	25
2	30/06/1995	-110,05	24,07		5,8	25
3	30/12/1996	-110,25	24,34		5,5	15
4	18/02/2004	-108,10	23,72	15	5,7	226
5	01/09/2007	-109,53	24,33	20	6,3	74
6	17/09/2007	-110,91	24,51	18	5,2	74
7	05/01/2009	-108,94	23,82	18	5,6	139
8	19/01/2009	-111,09	23,05	16	5,0	153
9	21/10/2010	-109,43	24,62	8	6,5	96
10	20/10/2010	-109,44	24,74	5	5,8	102
11	19/10/2010	-109,26	24,67	10	5,6	114
12	19/10/2010	-109,30	24,7	15	5,9	111
13	15/04/2012	-108,97	24,12	16	5,2	130
14	25/09/2012	-110,17	24,76	15	6,0	63

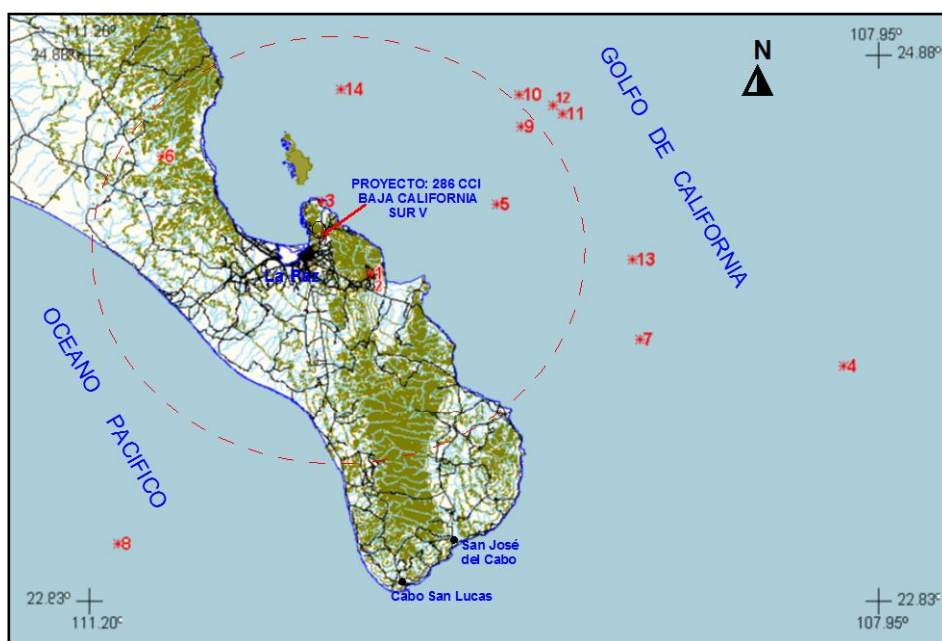


Figura IV.20. Actividad sísmica mayor a 5° Richter, registrada de 1995 al 2012, en un radio de 100 km a partir del predio del Proyecto (circulo segmentado en rojo).

Los epicentros de los catorce sismos de más de 5° Richter numerados (ver **Tabla IV.1**) y representados espacialmente (ver **Figura IV.20**), en su mayoría se registraron en el Golfo de California. De estos los sismos 1, 2, 3, 5, 6, 9 y 14, ocurrieron en el área circunscrita a los 100 km, a partir del predio del Proyecto, de los cuales solo los epicentros de los sismos 1, 2 y 3, se registraron en el macizo peninsular.

De acuerdo al efecto de propagación de las ondas de choque sísmicas: P (contracción), S (oscilación) y L (ondulación), y a las condiciones estructurales (fosa tectónica) y geológicas (depósitos Cuaternarios) en donde se ubica el predio del Proyecto, es de esperar que durante la ocurrencia de un sismo la propagación de las ondas sísmicas, puedan sobrepasar el 70% de la aceleración del suelo. Esto debido principalmente a las características de plasticidad y deformación de los depósitos Cuaternarios, que predominan en el Área de Estudio.

Otro aspecto a considerar, es el hecho de que la península de Baja California se encuentra en una zona tectónicamente activa. Esto debido a la deriva peninsular en dirección NW, por efecto de la tectónica tensional del sistema de fallas San Andrés, y que en la región comprendida entre La Paz y Cabo San Lucas, se refleja en una geología estructural de fosas y pilares. En particular para la región de La Paz en donde se ubica el Área de Estudio, la geología estructural de fosa y pilares se encuentra condicionada por las fallas del Carrizal y de La Paz. Esta situación representa en la región un riesgo de afectación por esfuerzos mecánicos de ruptura, lo cual queda evidenciado en el fallamiento y fracturamiento del bloque tectónico de San José del Cabo (CRM, 1999).

Deslizamientos Derrumbes y otros movimientos de tierra o roca

La topografía de pendiente suave del valle aluvial del arroyo El Coyote en donde se ubica el predio del Proyecto, no representa riesgo alguno a deslizamientos y/o derrumbes. Sin embargo por su ubicación en un valle aluvial y a la ocurrencia aleatoria de lluvias extraordinarias asociadas a huracanes, no se debe descartar un acarreo sedimentario importante hacia el valle aluvial, como efecto de las corrientes torrenciales que se generan en las sierras altas durante las tormentas. Al encontrarse el predio del Proyecto en la parte superior de la cuenca del arroyo El Coyote y al encontrarse esta libre de obstáculos que interrumpan el flujo de agua durante los episodios de lluvia se considera que no presenta susceptibilidad a inundaciones.

Actividad volcánica

En el área con radio de 100 km a partir del predio del Proyecto, no existe actividad volcánica activa. Las evidencias de esta actividad corresponden a las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Comondú del Mioceno.

c) Suelos

Metodología. Con referencia en la ubicación del predio del Proyecto y del Área de Estudio, se realizó la búsqueda y recopilación de material bibliográfico y cartográfico existente en la zona. Se revisaron las descripciones y análisis de los perfiles de suelo dentro del Área de Estudio realizados por INEGI en 1987 para su carta edafológica, así como los realizados por CFE en la MIA de la CCI BCS III y IV. Una vez obtenida la información se planearon las verificaciones de campo y las descripciones de los perfiles de suelo en los puntos de control. La ubicación de los puntos de control ya existentes, fueron establecidos con base en las unidades de suelo distribuidas en el Área de Estudio. Los puntos de control constaron de pozos cavados a cielo abierto, orientados al sol ó pendiente abajo según fuera el caso y, hasta donde fue posible, se separaron y describieron los diferentes horizontes o capas de acuerdo con el formato propuesto por INEGI (**Anexo 5**). La toma de datos se realizó con base en el sistema de clasificación FAO/UNESCO 1998, incluyendo las características morfológicas necesarias para la descripción de suelos en los puntos de control dentro del predio del Proyecto y Área de Estudio (**Figura IV.21**). La toma de muestras se realizó especificando la localidad, horizonte, capa muestreada y su profundidad. Cada muestra tomada, con un peso aproximadamente de 1 kg se analizó con la finalidad de conocer la textura del suelo, contenido de materia orgánica y otros análisis físicos y químicos para dar apoyo a la clasificación hecha en campo, esto debido a que algunos suelos están definidos por ciertas características químicas que no es posible determinar en campo.



Figura IV.21. Toma de datos de los perfiles de suelo.

Resultados. Con base en la información existente para el Área de Estudio, las verificaciones de campo, las características físicas y químicas determinadas en campo y en laboratorio para el presente estudio, compilados en la **Tabla IV.2** de las muestras tomadas y la reclasificación realizada por FAO/UNESCO se realizó la clasificación edafológica.

Tabla IV.2. Resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de suelo.

Perfil	Horizonte	Prof. (cm)	Textura %			Ep	CC	M.O. %
			Arena	Limo	Arcilla			
EDA-01	H1	0-21	81	11	8	*	*	1,10
	H2	21-84	77	14	9	*	*	0,32
EDA-02	A1	0-22	*	*	*	*	*	*
	C1	22-56	*	*	*	*	*	*
EDA-03	H1	0-15/37	76,8	14,0	9,2	29,36	18,37	2,50
EDA-04	H1	0-20/25	72,8	10,0	17,2	30,19	14,44	1,10

Perfil	Horizonte	pH 1:2	C.E. μ S/m 1:2	STD g/L 1:2	P Pp m	S Ppm	Ca Pp m	Mg Pp m	HCO 3 ppm	Dap g/cm3	Na mg/kg	K mg/kg	N %
EDA-01	H1	7,70	0,44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	H2	7,70	0,42	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
EDA-02	A1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	C1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
EDA-03	H1	7,25	0,26	0,12	0,1	492,5	84,2	14,6	683,4	1,87	13,58	30,11	0,15
EDA-04	H1	7,36	0,08	0,04	0,4	82,1	20,0	7,3	219,7	1,85	27,9	34,02	0,04

* No determinado

Métodos:

*pH	MPT-LANI02-02 (NOM-021 SEMARNAT 2000, Método AS -02).
*Conductividad Eléctrica (CE) y STD	MPTLANI02-03 (M. L. Jakson 1976). STD.- Sólidos Totales Disueltos
P soluble	MPT-LAN02/05-06 (M. L. Jakson 1976).
Ca (calcio)	MPT-LAN02/09-03 (M. L. Jackson 1958).
Mg (Magnesio)	MPT-LAN02/10-03 (M. L. Jackson 1958).
S (Azufre en sulfatos)	MPT-LAN02/13-03 Turbidimetria. (Chesnin y Yien, 1951).
Textura (método de Bouyoucos)	MPT-LAN02/01-02 (NOM-021 SEMARNAT 2000. Método AS -09).
HCO ₃ (Bicarbonatos)	MPT-LAN02/12-02 (M. L. Jackson 1958).
Dap (Densidad aparente)	Ortiz Villanueva (1990) Método del cilindro.
CC% (Capacidad de campo)	Ortiz Villanueva (1990)
Ep % (% de porosidad)	Ortiz Villanueva (1990).
*%M.O. (Materia Orgánica)	MPT-LAN02-03 (NOM-021 SEMARNAT 2000, Método AS -07).
Na y K (Sodio y potasio)	NMX-AA-051-SCFI-2001, MPT-LAN03/12-03 (Espectrofotómetro de Absorción Atómica GBC Avanta)
Determinación de Nitrogeno	A.O.A.C 2001.11 (Metodo Microkjeldhal)

- Tipos de suelo

Como se puede observar en el **Plano 6** del **Anexo 2**, morfológicamente el predio del Proyecto se encuentra en una planicie, de pendiente casi nula, en la que se encuentran suelos profundos, que con base en sus características físico-químicas y la reclasificación edáfica, se clasifica como Fluvisol (FL), la cual en el Área de Estudio se asocia al Regosol (RG). Colindante con esta unidad, se localiza una zona serrana de pendientes abruptas en donde abundan los afloramientos rocosos, en los que domina la unidad de suelo Leptosol (LP) que en algunas ocasiones se pueden encontrar en asociación con Regosoles éutricos.

Las características principales de los Fluvisoles (FL) son: suelos jóvenes desarrollados en depósitos aluviales predominantemente recientes de origen fluvial, en áreas periódicamente inundadas con una clara evidencia de estratificación y un perfil con mayor cantidad de materia orgánica (EDA-01). Son débilmente desarrollados en comparación con los regosoles y tienen una débil diferenciación de horizontes. Presentan un pH promedio que indica que se trata de suelos alcalinos, mientras que la conductividad eléctrica del extracto de saturación presenta un valor relativamente bajo, por lo que se considera un suelo no salino o en proceso de salinización incipiente. Así mismo, la cantidad de materia orgánica muestra un valor (en %) muy bajo, lo cual es característico de suelos de zonas áridas.

Las características generales de los Regosoles (RG) son: con base en la cartografía oficial de INEGI (1987) y de acuerdo a su clasificación edafológica esta unidad es posible encontrarla distribuido en la mayor parte de la superficie del Área de Estudio formando abanicos aluviales dominando la fase pedregosa. Este tipo de suelo es más extenso y presenta características principales de ser suelos minerales típicamente arenosos como se muestra en la descripción del perfil de suelo EDA-02 de **la Tabla IV.2**, son débilmente desarrollados en materiales no consolidados. Estos son comúnmente típicos de climas tropicales, son profundos y de colores claros y carecen de estratificación. Presentan alta permeabilidad y baja capacidad de retención de humedad y no tienen acumulación de carbonatos en sus horizontes. Estos suelos carecen de algún tipo de vegetación que pueda estar relacionada con su desarrollo, por lo que el contenido de materia orgánica es muy bajo e inclusive puede llegar a ser nulo en sus horizontes inferiores. Los perfiles de suelo EDA-03 y EDA-04, se encuentran localizados en las partes altas de la sierra que limita el Área de Estudio al este y se encuentra en asociación con la unidad de suelo Leptosol.

Los Leptosoles (LP) distribuidos dentro del Área de Estudio se encuentran formando cadenas montañosas de pendientes abruptas son muy delgados y están limitados en profundidad por fases líticas, son dominantes los afloramientos rocosos. Estos suelos no presentan estructura por estar constituidos de materiales no consolidados con un alto contenido de arena. Se establecen en lomeríos y zonas de montaña, donde el tipo de vegetación encontrada es de matorral sarcocaulé. Estos suelos son de textura gruesa y se encuentran asociados a los Regosoles éutricos.

Las unidades de suelo que adicionalmente se pueden encontrar en la parte suroeste del Área de Estudio y sin relación con el Proyecto son: Arenosol (AR), Solonchak (SC), Vertisol (VR) y Calcisol (CL). El Área de Estudio incluye El Mogote, que es una pequeña península prácticamente formada por dunas que pueden ser activas o estabilizadas, en ellas se encuentran asociados Arenosoles y Regosoles. En este mismo sitio, la unidad de suelos de tipo Solonchak gléyico, que se caracterizan por tener un horizonte fuertemente salino que en este caso se origina por fenómenos de intrusión marina, formando zonas de inundación y manglares. También se localiza de manera aislada una unidad de Vertisol sódico de textura fina. Los Calcisoles mayormente distribuidos al oeste del Área de Estudio, son formados en su mayoría por depósitos eólicos aluviales y coluviales son de textura fina.

Grado de erosión

A nivel regional los procesos erosivos principales son los físicos, uno de ellos es la erosión hídrica, la cual ha moldeado en gran medida el paisaje. Los eventos extraordinarios son los que aportan gran parte del volumen total anual de la precipitación pluvial que cae, dejando a su paso grandes volúmenes de agua en cortos periodos de tiempo. Estos volúmenes pueden llegar a alcanzar la energía suficiente para desprender y transportar gran cantidad de material edáfico. Otro factor es la erosión eólica, la cual al tener contacto con la superficie del suelo desnudo, o que tenga muy poca protección vegetativa, remueve las partículas más finas de la superficie transportándolas y depositándolas en otro sitios. Lo anterior se puede observar muy escasamente en el predio del Proyecto, en la base de algunos arbustos donde se encuentra el nivel de suelo unos centímetros más arriba del resto de la superficie.

En los alrededores del predio del Proyecto no se registraron procesos de erosión acelerada, lo que no significa que no haya transporte de material, ya que la erosión geológica (que

implica la remoción de material edáfico a la misma velocidad a la que se está formando el suelo) forma parte de los procesos naturales de la dinámica del paisaje. Por esta razón se recomienda evitar el desmonte innecesario, ya que la falta de cobertura vegetal es la principal causa de erosión acelerada.

Estabilidad edafológica

Se puede afirmar que en el predio del Proyecto existe buena estabilidad edafológica, dado que se encuentra en una zona casi plana de acumulación de suelos, en donde estos se presentan bien desarrollados, lo que se refleja en la formación de agregados y horizontes. En el resto del Área de Estudio dominan sierras y lomeríos en los que es dominante los afloramientos rocosos y el suelo sólo se encuentra en forma intersticial, por lo que la estabilidad en estas geoformas está dada por la roca, no por el suelo.

d) Agua

- Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.

El proyecto 268 CCI Baja California Sur V se encuentra ubicado dentro de la microcuenca hidrográfica del Arroyo El Coyote, la cual de acuerdo a la clasificación hidrológica para el País elaborada por la extinta SARH y reportada por INEGI, forma parte de la Subcuenca Hidrológica "d" Las Palmas, perteneciente a la Cuenca Hidrológica "A" La Paz - Cabo San Lucas de la Región Hidrológica No. 6 Baja California Sureste (La Paz) (**Figura IV.22**).

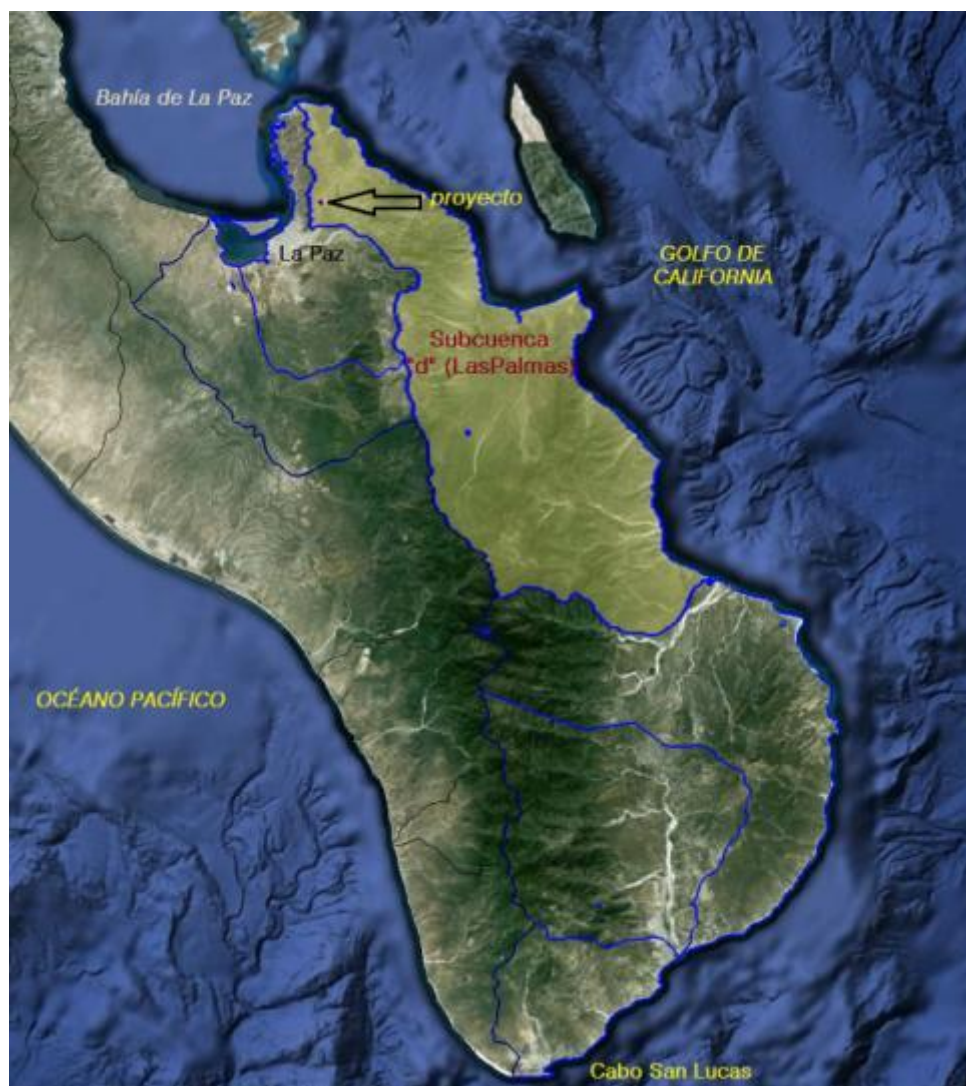


Figura IV.22. Ubicación del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V y la subcuenca hidrológica "d" (Las Palmas) respecto a la cuenca hidrológica "A" (La Paz-Cabo San Lucas).

Esta antigua clasificación hidrológica no es propiamente una clasificación de cuencas hidrológicas, sino una agrupación de diferentes escurrimientos superficiales por zonas geográficas, es por ello que para la descripción de los recursos hidrológicos solo se toma en cuenta las microcuencas más importantes ubicadas dentro del Área de Estudio o sistema ambiental regional analizado para este Proyecto.

Entre los escurrimientos superficiales más importantes del Área de Estudio se encuentran: El Cajoncito y La Huerta, de la subcuenca "e" (La Paz); y Agua de Vázquez y El Coyote, de la subcuenca "d" (Las Palmas) (**Figura IV.23** y **Plano 7** del **Anexo 2**).



Figura IV.23. Microcuencas de los escurrimientos superficiales efímeros más importantes del área de estudio. El Proyecto se ubica en la parte alta de la microcuenca del Arroyo El Coyote.

En el extremo sur, aguas arriba de la microcuenca del arroyo El Coyote se localiza el predio del proyecto 286 CCI Baja California Sur IV. Es el único escurrimiento superficial que tiene influencia directa con el proyecto, sin embargo el proyecto no interfiere con ninguno de sus afluentes tributarios.

La red de drenaje que se genera en estas microcuencas, va de tipo dendrítico a subparalelo, compuesta por arroyos efímeros de cuencas tributarias bien definidas que solo llevan agua en forma torrencial cuando se presenta una precipitación de considerable magnitud e inmediatamente después de que sucede ésta.

El arroyo El Coyote corre de sur a norte a lo largo de la mencionada falla de La Paz y representa la zona de transición entre dos provincias florísticas y dos subprovincias fisiográficas. Forma un valle aluvial que llega a representar un pequeño acuífero, es una corriente que drena un área tributaria de 86 km² y se estima un volumen de escorrentía de alrededor de 3 500 000 m³/año.

Debido a que el relleno sanitario también se encuentra dentro de la cuenca tributaria del arroyo El Coyote y que su cauce principal es utilizado como camino vecinal, recibe residuos sólidos como basura y escombros al igual que el arroyo El Cajoncito a su paso por la ciudad de La Paz.

- Hidrología Superficial

Embalses y cuerpos de agua cercanos.

Aproximadamente 14 km al sursureste del predio donde se pretende construir la Central se encuentra una cortina de concreto perteneciente a la obra hidráulica “Presa de la Buena Mujer”, construida sobre el cauce del arroyo El Cajoncito para el control de sus avenidas máximas como protección a la ciudad de La Paz y recarga del acuífero de la misma (**Figura IV.24**). Tiene una superficie de inundación de 18,7 ha, con una capacidad de almacenamiento es de 22,5 Mm³ y la elevación de aguas máxima de 375 m. Muestreos de agua realizados en este cuerpo de agua por la extinta SARH en 1986 muestran que es agua dulce de buena calidad (**Tabla IV.3**) ya que se trata del agua de escurrimiento del arroyo El Cajoncito, que se acumula en la temporada de lluvias y de manera intermitente.

Tabla IV.3. Análisis químico de muestras de agua de la presa La Buena Mujer (SARH 1986).

Nombre	Ca*	Mg*	Na*	K*	pH	CE**	SO ₄ *	HCO ₃ *	NO ₃ *	Cl*	Total de sólidos disueltos*
Presa La Buena Mujer	58	15,6	53,1	11,7	7,8	0,72	13,0	244,0	10,5	71,0	476

* En miligramos por litro

** En milimhos por centímetro

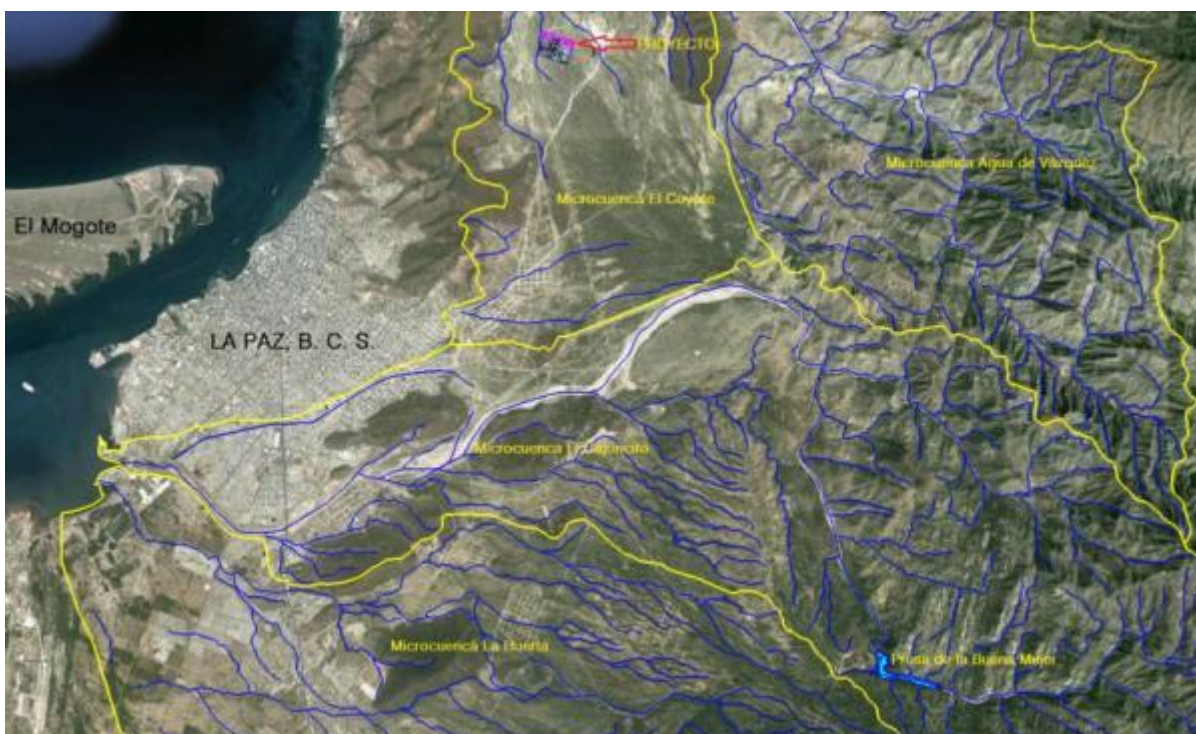


Figura IV.24. Localización de la presa de la Buena Mujer, respecto al Proyecto.

- Aqua Subterránea

El sistema acuífero de la Paz-El Coyote es uno de los más importantes en la entidad, ya que la cercanía de la ciudad de La Paz, capital del Estado, demanda la mayor parte del recurso.

Este está formado por procesos tectónicos-sedimentarios con el consecuente depósito de materiales no consolidados con posibilidades altas de conformar un acuífero económicamente explotable (**Figura IV.25** y **Plano 7** del **Anexo 2**). Está constituido por arena, limo, arcilla y grava; material del cuaternario transportado principalmente por procesos fluviales, su estratificación es caótica, depositándose los fragmentos más gruesos en las estribaciones de las sierras localizadas al oriente del área de estudio, lo que facilita la infiltración de agua hacia el subsuelo.

Los flujos del agua subterránea en las microcuena va del más alto al más bajo relieve topográfico en dirección de las corrientes superficiales, por lo tanto el flujo del agua subterránea converge hacia el acuífero de La Paz-El Coyote. Los límites topográficos coinciden con las divisiones del agua subterránea.

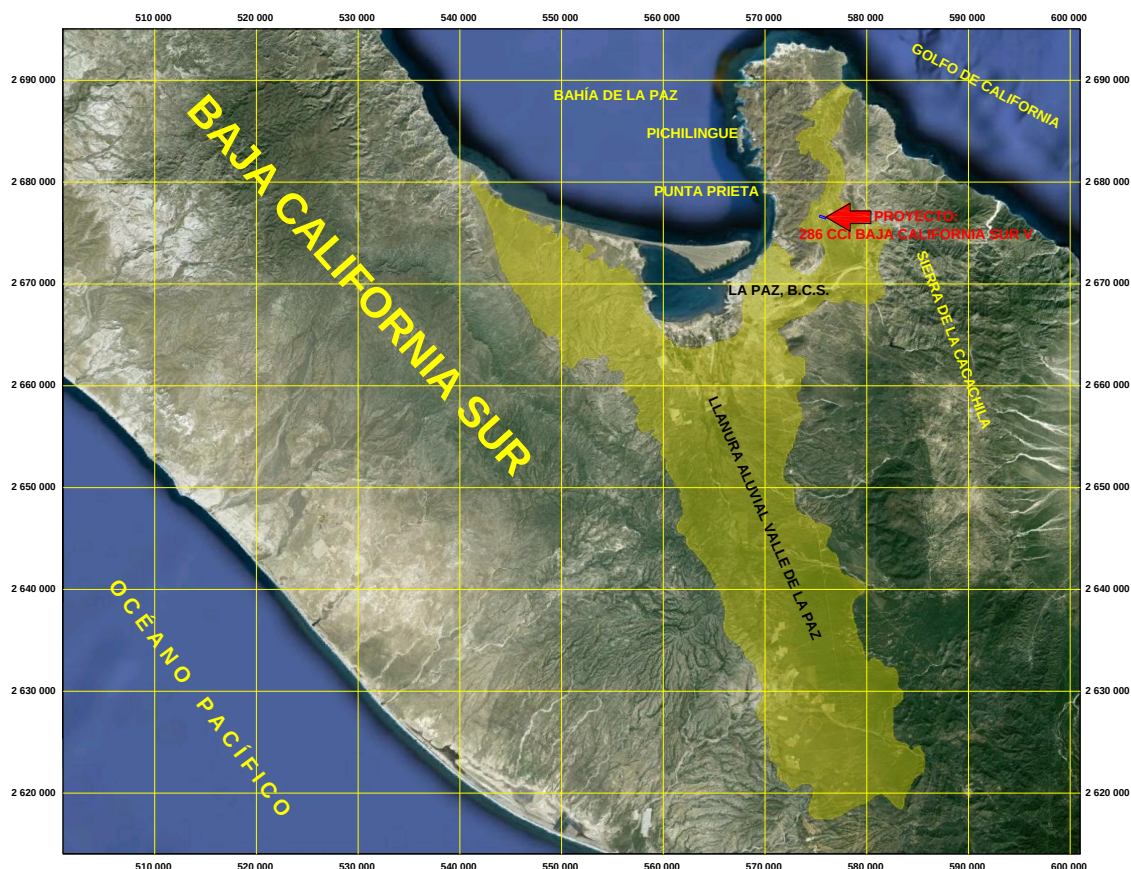


Figura IV.25. Conformación del material no consolidado que da origen al sistema acuífero de La Paz - El Coyote.

En las partes altas de la cuenca, la roca recibe la recarga directa de la infiltración de la precipitación. Esta agua migra lentamente en dirección de la pendiente hacia abajo, siguiendo los patrones de drenaje, provocado por el fracturamiento de la roca, que la hace más permeables. Los canales de drenaje rellenos de aluvión sirven como un importante colector y conductor permeable en el cual se colecta el agua subterránea hacia el subsuelo en las partes más altas de la cuenca.

En las partes bajas de las microcuencas, el relleno aluvial es continuo y relativamente permeable, la mayoría de los flujos laterales de agua subterránea atraviesan este material recibiendo la recarga de agua subterránea.

El agua subterránea seguiría su camino, descargando al mar, frente a la costa. Sin embargo, con el aprovechamiento del recurso de agua subterránea, la mayor parte de la descarga se da por la extracción mediante pozos de producción.

Localización del recurso

El acuífero de tipo libre el cual se explota por medio de pozos; 55 de estos aprovechamientos se encuentran localizados dispersos sobre la cuenca El Coyote en los alrededores del sitio del proyecto y 350 sobre el Valle de La Paz, aproximadamente 15 km al sur del mismo.

Profundidad y dirección.

La profundidad y dirección del agua subterránea son muy variables. En la cuenca de El Coyote se tienen profundidades que van desde 1 a 35 m y la dirección del flujo subterráneo es de sur a norte, siguiendo la misma dirección del cauce del arroyo El Coyote (Comisión Nacional del Agua 1990). En el valle de La Paz la profundidad del drenaje subterráneo es de alrededor de 40 m y conforme se acerca a la ensenada de La Paz la profundidad disminuye hasta 8 m. Aquí también el flujo del agua subterránea sigue la dirección de las corrientes superficiales, es decir, de este a oeste.

Usos principales

Debido a la falta de corrientes y cuerpos de agua permanentes, el agua subterránea constituye el recurso primordial para el abastecimiento de las necesidades de los diferentes sectores de la población de La Paz, así tenemos que el principal uso que se les da a los aprovechamientos subterráneos en el valle de La Paz y El Coyote es para el uso urbano o doméstico, siguiéndole en orden de importancia el riego agrícola y en menor proporción el uso pecuario e industrial (INEGI 1991).

Balance de Agua

De acuerdo con el estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua sobre la Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero La Paz, menciona que el acuífero está sobreconcesionado y se encuentra en condiciones de sobreexplotación, debido a que las extracciones anuales han sobrepasado la disponibilidad total del agua (rendimiento permanente), ya que algunos usuarios entre ellos el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, utiliza volúmenes mayores a las de la dotación por habitantes.

La población de La Paz, B.C.S., demanda aproximadamente las dos terceras partes del agua subterránea que se extrae del acuífero. Además de que se tiene una zona agrícola importante, con una superficie dominada de aproximadamente 1 900 ha. Que se irrigan en su totalidad con agua de origen subterráneo.

En este estudio se estima que existe una recarga media anual de $27,75 \text{ Mm}^3$, mientras que se extraen mediante el bombeo $28,35 \text{ Mm}^3$, por lo que existe un desbalance de agua de $-0,6 \text{ Mm}^3$, esto sin considerar las pérdidas del acuífero por evapotranspiración (CNA 2002) y se propone eliminar las extracciones cercanas al mar para evitar la intrusión de la cuña salina.

Con la sobreexplotación de estos pozos ha bajado la superficie del nivel freático por debajo del nivel del mar en algunas zonas, dando lugar a la intrusión de agua salina a lo largo de la parte frontal de la costa.

El 6 de julio de 1954, se publicó en el diario oficial de la federación, el decreto presidencial que establece la veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región meridional del territorio de Baja California Sur.

Calidad del agua

En el acuífero predomina el agua dulce de buena y calidad, pertenece a la familia mixta-bicarbonatada, clorurada, aunque es notorio el incremento de salinidad debido a sobreexplotación que se le ha dado al recurso ya que en los últimos años las extracciones han sido mayores que la recarga del acuífero, lo que ha ocasionado la intrusión de agua de mar hacia el acuífero, provocando que algunos pozos que abastecían a la ciudad de La Paz hayan sido inutilizados debido al considerable aumento del contenido de sales.

Para este manifiesto se realizó una campaña de muestreo de agua subterránea en seis localidades dentro de la cuenca El Coyote (**Tabla IV.4** y **Figura IV.26**). En campo fue medido el Oxígeno disuelto (mg/l, oxímetro YSI modelo 5), la temperatura y el pH (Potenciómetro ORION), la turbidez (ORION AQ4500), así como la profundidad en las estaciones marinas (ecosonda Speedtech). En todos los casos, las muestras de agua fueron guardadas en recipientes de plástico descontaminados, conservadas según el parámetro a analizar y refrigeradas, para su posterior análisis en un laboratorio acreditado por la EMA. Los procedimientos utilizados se indican en la **Tabla IV.5**.

Tabla IV.4. Ubicación de los pozos de agua muestreados en la cuenca del arroyo El Coyote.

Pozo	Coordenadas Geográficas	
	Longitud	Latitud
1	24,195 39	-110,261 41
2	24,217 71	-110,250 45
3	24,239 40	-110,243 06
4	24,265 59	-110,239 80
5	24,268 37	-110,257 58
6	24,278 19	-110,259 00



Figura IV.26. Ubicación de los pozos muestreados en la zona de El Coyote.

Tabla IV.5. Análisis realizados en laboratorio.

PARÁMETRO	TÉCNICA EMPLEADA
Conductividad electrolítica (CE)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos suspendidos totales (SST)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos disueltos totales (SDT)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Dureza	NMX-AA-072-SCFI-2001
Alcalinidad	NMX AA-036-SCFI-2001
Nitrógeno de nitratos (N-NO ₃)	NMX-AA-079-SCFI-2001
Nitrógeno amoniacal (N-NH ₄)	NMX-AA-026-SCFI-2010
Fosforo Total (P total)	NMX-AA-029-SCF1-2001
Cloruros	NMX-AA-073-SCFI-2001
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	NMX-AA-028-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno: detergentes (SAAM)	NMX-AA-039-SCFI-2001
Grasas y Aceites	NMX-AA-005-SCFI-2000
Coliformes Totales	NMX-AA-042-1987
Coliformes Fecales	NMX-AA-042-1987

Resultados

Los resultados de los análisis se encuentran reportados en la **Tabla IV.6**, donde se incluye al final, una columna con los valores establecidos por la NOM-127-SSA1-1994 como adecuados para agua potable. Los niveles de los parámetros no contemplados en esta norma fueron comparados con los establecidos en la NOM-041-SSA1-1993 o con los criterios ecológicos de calidad del agua (SEDUE, 1989). Al menos que se indique otra referencia, todas las comparaciones fueron realizadas con respecto a estas normas o criterios.

La temperatura, el oxígeno y el pH se encuentran en el intervalo reportado en informes de calidad de agua de pozos en el municipio de la Paz. Ningún valor de oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos totales, alcalinidad, nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitratos, demanda biológica de oxígeno, detergentes o de grasas y aceites excede los límites establecidos por la normatividad mexicana o de los criterios ecológicos del agua.

Con respecto a los niveles de cloruros, sólidos disueltos totales y por consiguiente de la conductividad eléctrica, más de la mitad de las muestras sobrepasan los valores considerados adecuados para el consumo humano.

Únicamente el pozo 4 sobrepasa el valor máximo de dureza establecido por las normatividades y criterios previamente indicados. Sin embargo, de acuerdo con la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2011), todas las muestras analizadas, con excepción del pozo 3, son de agua extremadamente dura al superar el valor de 180 mg/l.

Únicamente un pozo 1, excede el valor establecido como máximo recomendado de turbidez para consumo humano.

Ningún pozo, desde el punto de vista bacteriológico, es adecuado para consumo humano.

Nota Final

Con base en los trabajos que se realizarán en cada una de las etapas del proyecto 286 CCI Baja California Sur V, no se prevén afectaciones directas o indirectas al acuífero donde se asienta dicho proyecto ya que sus requerimientos de agua serán abastecidos de las evaporadoras de agua de mar ubicadas en la Central Termoeléctrica de Punta Prieta.

Tabla IV.6. Calidad del agua de pozo en la Cuenca del Coyote, La Paz, BCS.

Parámetro	Unidades	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	Criterio
Temperatura	°C	24,1	27	24	28,8	28,9	30,7	Condiciones Naturales+2,5
OD	mg/l	4,6	4,5	5,7	4,6	2,5	2,6	2,0 ⁽²⁾
pH	mg/l	7,80	7,95	7,91	7,46	7,64	7,64	6,5-8,5 ⁽¹⁾
CE	µmhos/cm	1 745	1 707	892	4 580	1 547	1 848	
Cloruros	mg/l	414	395	153	1 127	313	399	250 ⁽¹⁾
SST	mg/l	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	10,3	<2,0	500 ⁽³⁾
SDT	mg/l	1 160	1 000	556	3 132	984	1 174	1000 ⁽¹⁾
Turbidez	NTU	5,18	0,14	1,69	0,19	0,46	0,17	5 ⁽¹⁾
Dureza	mg/l	382	244	156	1 040	260	356	500 ⁽¹⁾
Alcalinidad	mg/l	163	167	152	189	207	226	300 ⁽²⁾
N-NO ₃	mg/l	2,40	2,39	2,375	1,915	2,025	2,165	10 ⁽¹⁾
N-NH ₄	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,50 ⁽¹⁾
P total	mg/l	<0,300	<0,300	<0,300	<0,300	<0,300	<0,300	
DBO	mg/l	<1,98	<1,98	<1,98	<1,98	<1,98	<1,98	
SAAM	mg/l	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	0,50 ⁽¹⁾
Grasas y aceites	mg/l	<11,6	<11,6	<11,6	<11,6	<11,6	<11,6	Ausente ⁽³⁾
Coliformes Totales	NMP/100ml	4	4	9	11	11	30	2 ⁽¹⁾
Coliformes Fecales	NMP/100ml	4	4	9	11	11	30	Cero ⁽¹⁾

⁽¹⁾ NOM-127-SSA1-1994; ⁽²⁾ NOM-041-SSA1-1993; ⁽³⁾ SEDUE, 1989, criterios ecológicos de calidad del agua

e) Aire

- Calidad actual del aire

La calidad del aire en el Sistema Ambiental Regional es considerada como aceptable, debido a que Baja California Sur no es un estado industrializado, es decir no existen procesos de producción y transformación de materia primas a emisiones de gases y partículas que modifiquen la calidad del aire en concentraciones que atenten contra la salud de su población.

Las únicas actividades fuente de contaminantes a la atmósfera es la generación de energía en plantas ubicadas en la zona urbana de la Ciudad de La Paz y el tráfico vehicular, pero de acuerdo a los resultados de los monitoreos de la calidad del aire, que se detallan líneas adelante, se muestra que la presencia de contaminantes en la atmósfera no se encuentran por arriba de los niveles permitidos por las normas oficiales mexicanas para la protección de la salud de la población siguientes:

- Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010. Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre(SO_2)
- Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_x)
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM_{10} y partículas menores de 2,5 micrómetros $\text{PM}_{2.5}$ de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire

En la composición fotográfica que se muestra en la **Figura IV.27** se puede observar el estado de transparencia atmosférica que prevalece en el SAR que puede ser un indicador de la buena calidad del aire.

Para prevenir la contaminación ambiental originadas por la centrales de energía eléctrica, CFE tiene en operación en la Ciudad de La Paz una red de monitoreo perimetral conformada por tres estaciones de medición (**Figura IV.28**) en las cuales se miden Bióxido de Azufre (SO_2), Bióxido de Nitrógeno (NO_2) y PM_{10} (partículas menores a 10 micras). Las estaciones de medición perimetral se ubican de la siguiente manera: la Caseta de Monitoreo #1 se ubicó al lado norte de la CT Punta Prieta actualmente en operación y a 6,5 km al NW de la CCI Baja California Sur, la Caseta de Monitoreo #2 se ubicó en la ciudad de La Paz hacia su lado

E-NE y a 6,8 km al S-SO de la CCI Baja California Sur, por último la Caseta de Monitoreo #3, se colocó también en la ciudad de la Paz dentro de la marcha urbana pero hacia su lado norte, esto es a 7,0 km al SO de la CCI Baja California Sur.



Figura IV.27. Mosaico fotográfico que muestra la transparencia de la atmosfera en el Sistema Ambiental Regional.

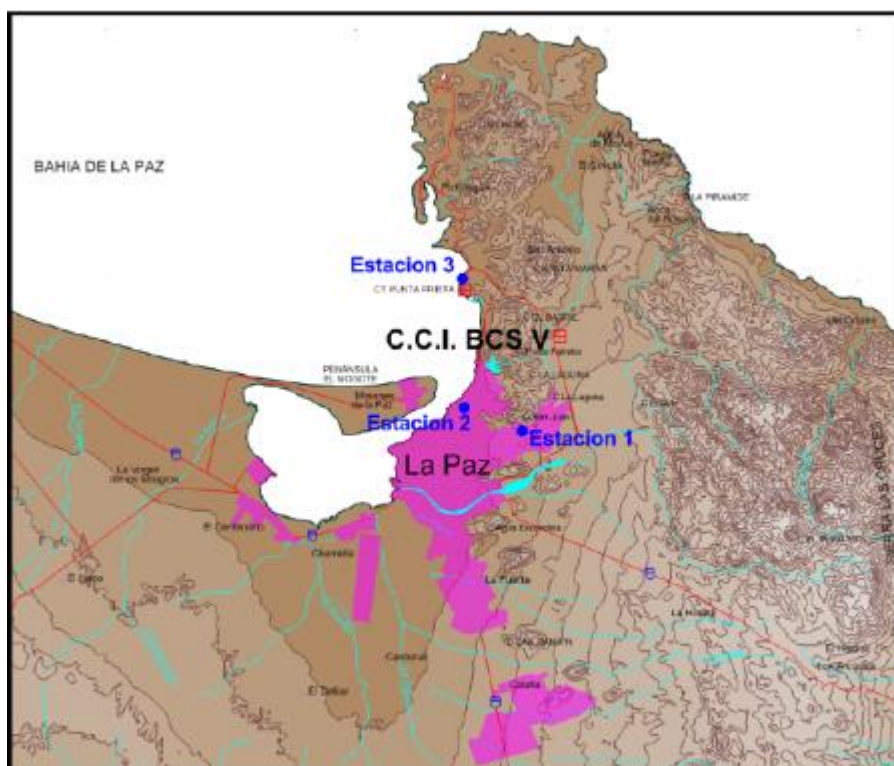


Figura IV.28. Ubicación geográfica de las Casetas de Monitoreo de la Calidad del Aire y Centrales Termoeléctricas.

Los resultados de los monitoreos del 2007-2008 (**Tabla IV.7**) muestran que la estación de medición que reportó las concentraciones más altas para el caso del Bióxido de Nitrógeno (NO_2), correspondió a la estación de monitoreo E2 presentando un registro promedio de $66,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ya que durante el mes de febrero de 2008 se presentó un registro máximo de $0,1956 \text{ ppm}$ ($368,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$) el cual no rebasa el máximo permisible estipulado por la -023-SSA1-1993 ($395 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta estación es la que se encuentra en el centro de la ciudad. En el caso del Bióxido de Azufre (SO_2) la mayor concentración se presentó en la Estación de Monitoreo E1, registrando una concentración de $0,02753 \text{ ppm}$ ($72,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en el mes de abril de 2007 y una concentración promedio de $27,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$, muy por debajo de los $341 \mu\text{g}/\text{m}^3$ especificado por la NOM-022-SSA1-1993. Esta estación es la que se encuentra hacia el lado norte de la Central Punta Prieta. La estación de monitoreo E3 fue la que registró las concentraciones más bajas tanto para NO_2 como para SO_2 , reportando concentraciones máximas de $0,0149 \text{ ppm}$ ($28,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para el NO_2 y de $0,0102 \text{ ppm}$ ($26,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para el SO_2 .

Tabla IV.7. Resultados del Monitoreo Perimetral efectuado en el periodo 2007-2008.

Identificación de la caseta de medición	Concentración NO ₂ promedio	Concentración SO ₂ promedio
Caseta de Monitoreo E1	0.00645 ppm 12,13 µg/m ³	0.01066 ppm 27,93 µg/m ³
Caseta de Monitoreo E2	0.03542 ppm 66,59 µg/m ³	0.00369 ppm 9,67 µg/m ³
Caseta de Monitoreo E3	0.00993 ppm 18, 67 µg/m ³	0.00287 ppm 7,52 µg/m ³
Límite Máximo Normado	395 µg/m ³ NOM-023-SSA1-1993	341µg/m ³ NOM-022-SSA1-2010

Para el periodo 2011-2012 solo se cuentan con los resultados de la estación E2 (centro de la ciudad de La Paz) que es la caseta ubicada dentro de la ciudad, y representa mejor las condiciones de calidad del aire que impactan a la población.

La información para Óxidos de Nitrógeno correspondió al máximo medido por día de un total de 24 datos, el Bióxido de Azufre corresponde al promedio de 24 horas, con esta información se procedió al análisis de la concentración de fondo. En el caso de las partículas, éstas se analizaron por el método gravimétrico cada seis días durante el año 2011 y se terminó de medir en agosto de 2012.

La **Tabla IV.8** muestra las concentraciones máximas, mínimas y promedio en partes por millón (ppm) para NO_x y SO₂, y en µg/m³ para partículas (PM₁₀) y podemos ver que la concentración máxima medida para NO_x fue de 0,078 ppm (146, 64 µg/m³) en el mes de enero de 2011, y la mínima fue de 0,007 ppm (13,16 µg/m³) en octubre y diciembre también de 2011. El promedio correspondiente al año y medio de información (enero de 2011 a Junio de 2012) para esta estación fue de 0.029 ppm (54,52 µg/m³).

Tabla IV.8. Resultados del Monitoreo Perimetral efectuado durante 2011 y 2012, Estación E2.

Identificación de la caseta de medición	Concentración NO ₂ promedio	Concentración SO ₂ promedio	PM ₁₀ µg/m ³
MÁXIMA	0,078 ppm (146,6 µg/m ³)	0,028 (73,4 µg/ m ³)	87,232
MÍNIMA	0,007 (13,2 µg/ m ³)	0,001 (2,6 µg/ m ³)	16,294
PROMEDIO	0,029 (54,5 µg/ m ³)	0.005 (13,1 µg/ m ³)	45,223
Límite Máximo Normado	395 µg/m ³ NOM-023-SSA1-1993	341µg/m ³ NOM-022-SSA1-2010	210 µg/m ³ NOM-025-SSA1-1993

La evolución del comportamiento de las sustancias de los indicadores de calidad del aire analizados se muestra en forma en las **Figuras IV.29** (NO_x), **IV.30** (SO₂) y **IV.32** (PM₁₀). En la **Figura IV.3** se muestra el comportamiento de los Óxidos de Nitrógeno durante estos dos últimos años y se puede observar que el impacto en la ciudad por Óxidos de Nitrógeno ha bajado desde abril del año pasado manteniéndose en el promedio.

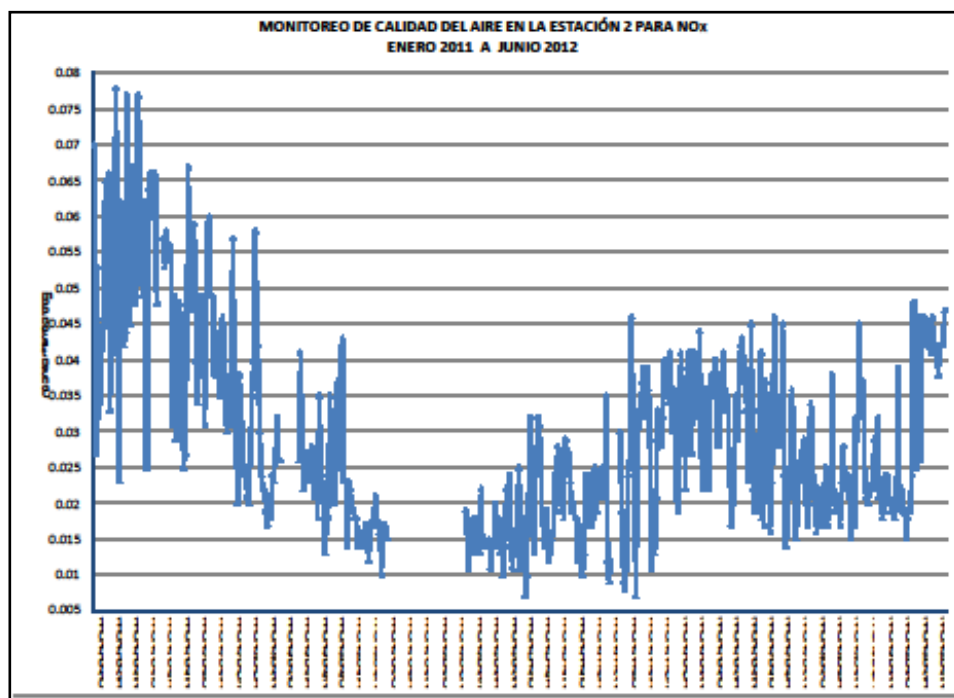


Figura IV.29. Comportamiento de Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Enero 2011-Junio 2012.

El Bióxido de Azufre presentó concentraciones máximas de 0,028 ppm (73,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en el mes de junio de este año (15 y 18 de junio de 2012). En el caso de esta misma sustancia, la concentración mínima medida fue de 0,001 ppm (2,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) presentándose los valores mínimos a medio mes de junio de 2011 y volviéndose a repetir de mediados de diciembre de 2011 hasta mediados de mayo de 2012. Sin embargo posterior a estas fechas la concentración vuelve a subir manteniéndose un poco abajo del valor máximo medido. El promedio estimado para el Bióxido de Azufre correspondió a 0,005 ppm (13,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). La **Figura IV.4** muestra el comportamiento del SO₂ durante estos dos últimos años, se puede observar que el impacto en la ciudad por Bióxido de Azufre ha subido desde mayo de este año y se ha mantenido en valores promedio de 0,017 ppm (44,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

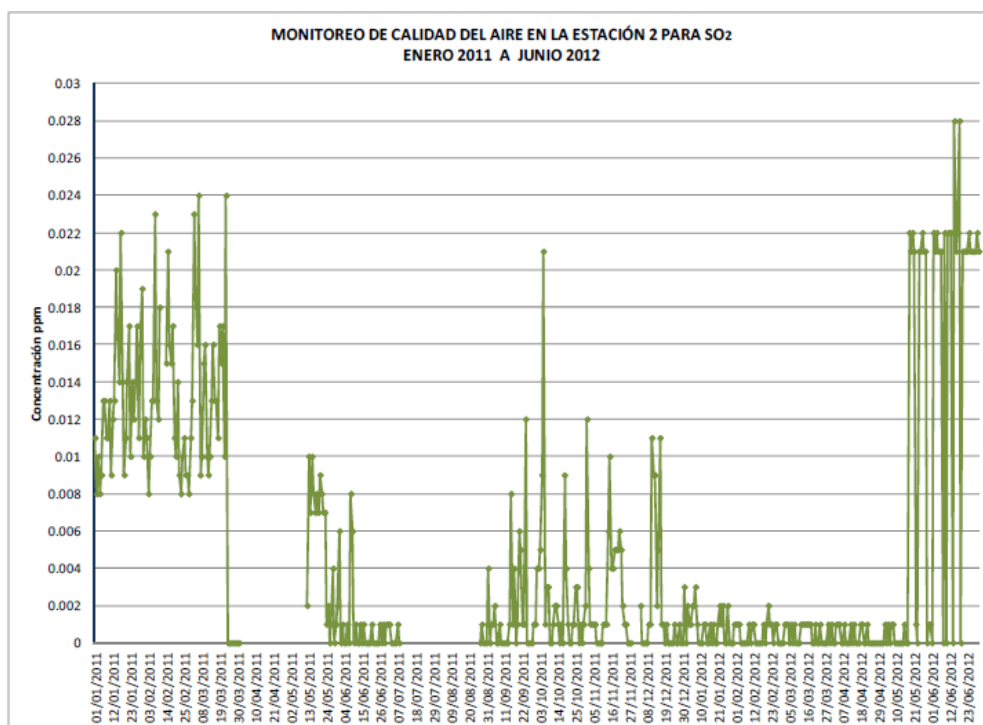


Figura IV.30. Comportamiento para Bióxido de Azufre (SO_2), Enero 2011-Junio 2012.

En el caso de las partículas, primeramente se comenta que en la zona este problema es de tipo natural debido a las condiciones propias del terreno en la región. El origen de las partículas de 10 micras corresponde en su totalidad a contaminación geológica, pues considerando que la actividad industrial es baja en la zona, y que la pluma de dispersión de las centrales en operación no se mueve hacia la población, se puede asegurar que esto se debe a las condiciones naturales del tipo de suelo, poca vegetación (por el clima de la región y la erosión eólica se tiene poca cobertura vegetal natural en la zona de estudio) aunado a la falta de pavimentación en las calles y caminos (**Figura IV.31**), por lo tanto la contaminación del aire por partículas se atribuye al polvo y suelos transportados por el viento.

En la zona donde se ubicó la estación 2 que es el sitio donde se encuentra el centro de salud, existe tráfico vehicular considerable lo cual contribuye a un mayor movimiento y levantamiento de partículas finas propias del tipo de suelo.



Figura IV.31. Generación de partículas suspendidas por el tránsito de vehículos por vías no pavimentadas.

La máxima concentración medida en la estación 2 para PM_{10} , fue de $87,2 \mu g/m^3$ presentándose este valor a finales de enero de 2011, y el valor mínimo medido fue de $16,3 \mu g/m^3$ a mediados de febrero de este mismo año. El promedio obtenido para partículas durante enero de 2011 a agosto de 2012 que comprendió el periodo de medición fue de $45,2 \mu g/m^3$. La **Figura IV.32** muestra el comportamiento de las partículas (PM_{10}) durante estos dos últimos años, se puede observar que el impacto en la ciudad se ha mantenido de manera uniforme en torno al valor promedio obtenido.

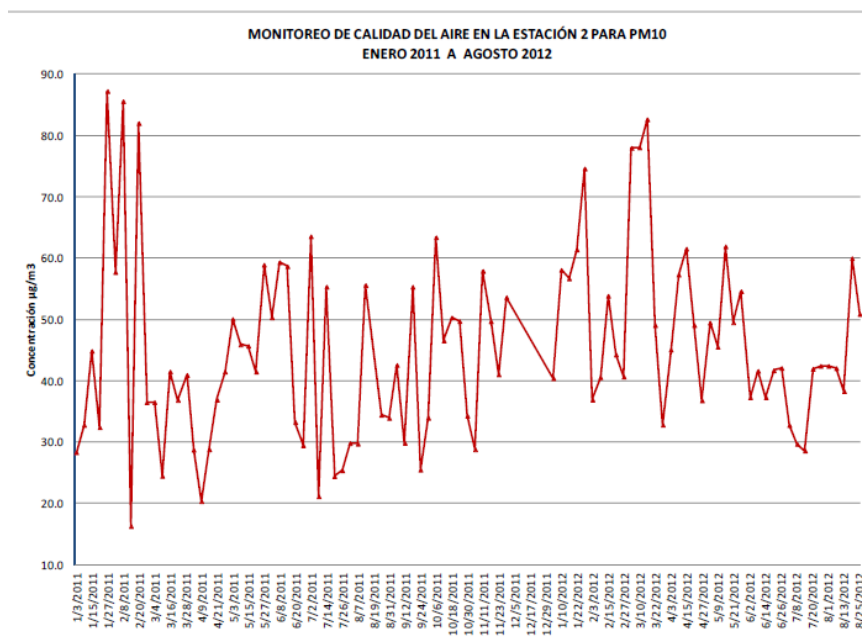


Figura IV.32. Comportamiento de Partículas Menores a 10 Micras (PM_{10}), Enero 2011-Junio 2012.

En resumen, la calidad del aire en el Sistema Ambiental Regional es considerada como aceptable, en la zona urbana en donde existen fuentes de contaminación los resultados de los monitoreos indican que la máxima concentración que se puede llegar a presentar de alguna de las tres sustancias evaluadas (NO_x, SO₂ y PM₁₀), cumple perfectamente con cada los máximos permisibles especificados por las normas oficiales mexicanas para la protección de la salud de la población (NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993) en los promedios respectivos.

- Identificación de fuentes fijas

Las fuentes fijas, es decir plantas industriales estacionarias (manufactureras o de producción) que generan emisiones desde equipos estacionarios a través de chimeneas o ductos de venteo, o bien desde fuentes fugitivas no confinadas son escasas en el Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto, ya que en éste las actividades económicas predominantes son relativas al sector terciario. Las fuentes fijas se concentran en la zona suburbana de la Ciudad de la Paz. De acuerdo al [Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes](#) de la SEMARNAT en Baja California Sur, consultado en la pagina (<http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/consulta.php?>) existen registradas 40 fuentes fijas de las cuales cuatro se encuentran en el SAR y son las relacionadas con la generación de energía eléctrica: la Central Termoeléctrica Punta Prieta, ubicada en el km 7,5 de la carretera la Paz-Pichilingue, 2) la 48 CCI Baja California Sur I, 3) la 107 CCI Baja California Sur II y 4) la 236 Baja California Sur III, las ultimas tres conforman la actual CCI Baja California. En la **Tabla IV.9** se describen las emisiones contaminantes en toneladas por año para óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂) y partículas.

Tabla IV.9. Emisiones de fuentes fijas ubicadas en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Fuentes Fijas	NO _x (t/año)	SO ₂ (t/año)	Partículas (t/año)
CT Punta Prieta	1 087,99	2 688	ND
48 CCI Baja California Sur I	5 369,73	1 115,72	73,58
107 CCI Baja California Sur II	5 566,10	1 115,72	73,58
235 CCI Baja California Sur III	5 408,42	1 115,72	73,58

Fuente: SEMARNAT (<http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/consulta.php?>)

f) Zona marina y costera

Descripción del Sistema Costero

La zona costera de la Bahía de La Paz se extiende desde Punta El Mechudo hasta el área de Las Pilitas y está definida por su cuenca hidrológica (**Figura IV.33**), cubriendo un perímetro costero de aproximadamente 200 Km (Velasco-García, 2009). Gran parte de los rasgos costeros están controlados por un ambiente tectónico de Graven y Bloques montañosos. La batimetría de la Bahía se incrementa en forma gradual y presenta diversas características que son destacables como el canal de San Lorenzo que tiene una profundidad máxima de 30 m y se ubica entre el área de las Pilitas y la Isla Espíritu Santo; La cuenca Alfonso ubicada entre La Isla Espíritu Santo y Punta El Mechudo con profundidad máxima cercana a 400 metros. Existe además una zona de bajos que separa a la cuenca Alfonso de la cuenca Lobos.

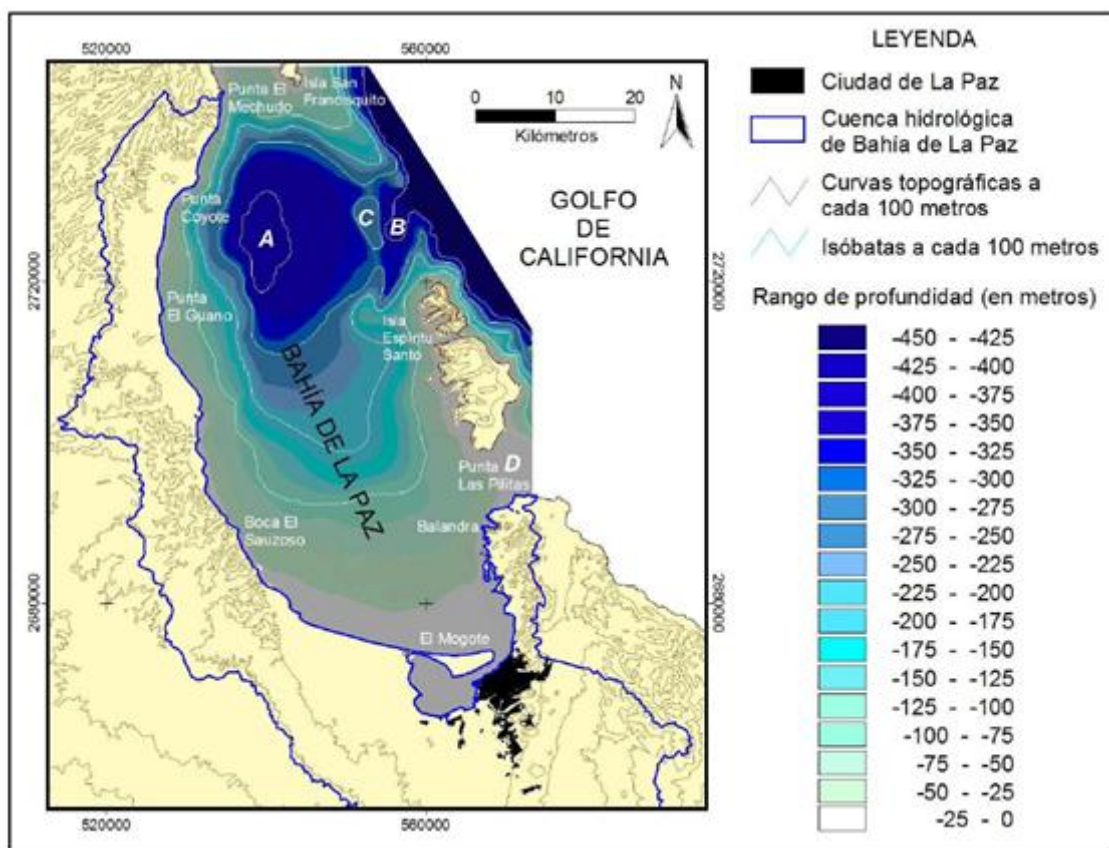


Figura IV.33. Mapa topo-batimétrico para la caracterización geomorfológica de la Bahía La Paz. Tomada de Velasco-García, (2009).

Historia Geológica

Durante la última mitad de la era Mesozoica existía un arco volcánico plutónico que se extendía desde el norte de Sonora hasta la actual franja costera de Puerto Vallarta, este cinturón batolítico intrusionó un antiguo basamento de rocas precámbricas (Gastil *et al.*, 1976). A finales del Oligoceno, 30 millones de años antes del presente (30 m.a.a.p.) se inició la formación del arco volcánico de la península el cual perduró durante todo el Mioceno dando origen a los potentes estratos de la formación Comondú cuyos remanentes más distales afloran en los alrededores de ciudad de La Paz. El área de Punta Prieta forma parte de una península montañosa que representa a las últimas estribaciones de la Formación Comondú, la cual se caracteriza por presentar rocas volcánicas y sedimentarias que cubren un intervalo desde el Terciario Medio al Cuaternario (Hausback 1984). El área de Punta Prieta está dominada por un relieve producido por la actividad volcánica, presenta una secuencia de rocas piroclásticas y volcanoclásticas y un conglomerado polimíctico del Cuaternario de origen fluvial (Aranda-Gómez y Pérez-Benzor 1988). A partir del Plioceno (5 m.a.a.p.) se inició la dilatación de la corteza en la franja costera del Pacífico Mexicano e inició el desprendimiento de la península (Gastil *et al.*, 1976). Este evento consistió en una tectónica extensional que produjo el distanciamiento de grandes bloques de montaña separados por valles tectónicos, a este evento se le ha denominado tectonismo de valles y montañas ("Basins" y "Ranges"). En Área de Estudio los valles tectónicos de La Paz y Los Planes están bordeados por pilares tectónicos. A este estilo tectónico se asocian las fallas regionales más importantes como la Falla El Carrizal y Falla La Paz (**Figura IV.34**).

En el deshielo, al término de la glaciación ocurrida en el Holoceno hace aproximadamente 18000 años la velocidad de ascenso del mar alcanzó un máximo de 1 cm anual, con esta tasa de elevación la línea de costa únicamente experimentó erosión, mientras que, la acumulación de sedimentos ocurrió de forma subacuática. El avance rápido del mar invadió todas las depresiones dando origen a las incipientes lagunas costeras como la Ensenada de la Paz, sin embargo, hace 5000 años la velocidad de ascenso del mar disminuyó significativamente y los procesos de acumulación sedimentaria producida por arroyos tomaron importancia suministrando materia prima para que las corrientes litorales, el oleaje y las mareas actuaran sobre una costa ahora en condiciones de equilibrio y formaran barreras de arena que encerraron depresiones inundadas someras (Lankford, 1976). Durante este último evento se originó la barra arenosa El Mogote. En sitios donde el mar alcanzó promontorios elevados y terrazas aluviales se inició un proceso de erosión costera

originando acantilados y escarpes. La estabilización de la línea de costa favoreció también la formación de abanicos aluviales en las desembocaduras de los arroyos y el desarrollo de dunas de arena adyacentes a zonas litorales planas y bajas. Durante las bajamares máximas la zona litoral queda al descubierto y son denudadas por acción eólica así los sedimentos arenosos han sido acumulados a sotavento hacia la zona supralitoral.

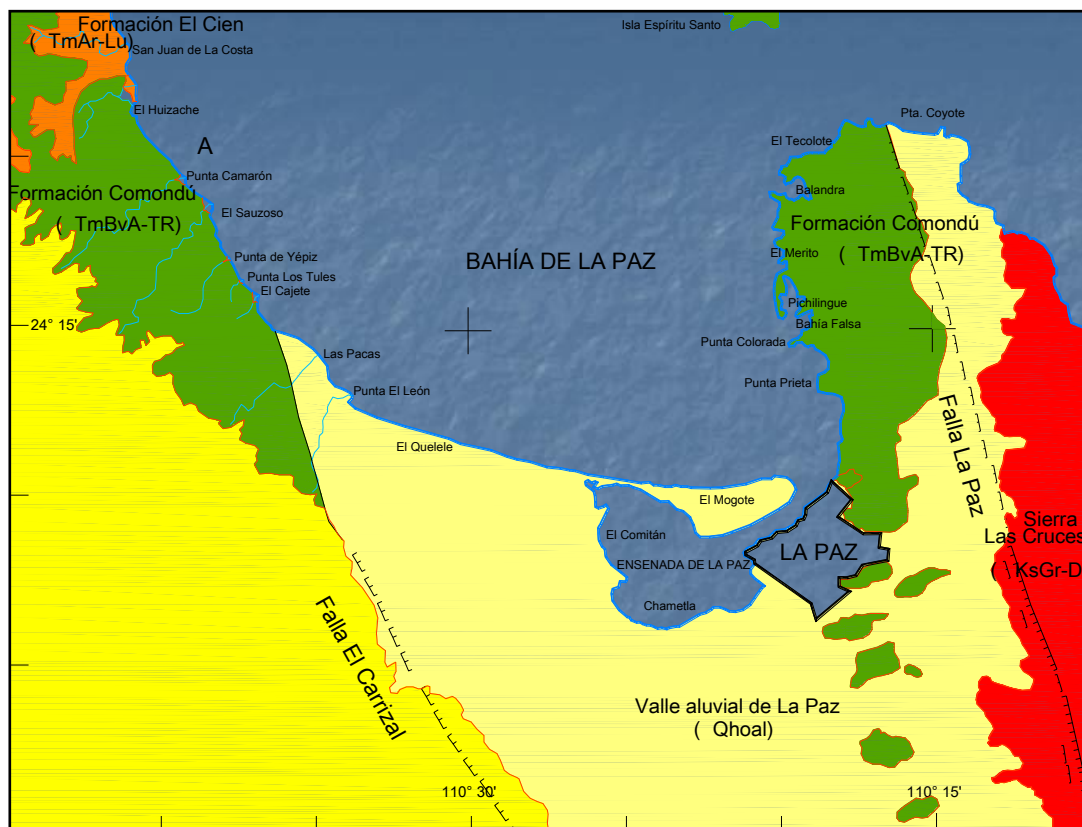


Figura IV.34. Mapa geológico generalizado de la Bahía de La Paz. Nomenclatura: Qhol (Cuaternario Holoceno aluvial); TmBvA-TR (Terciario medio Brecha volcánica- Andesita-Toba riolítica); Tm ArLu (Terciario medio Arenisca-lutita); KsGr-D (Cretásico superior Granito-Diorita).

Los manglares pudieron haber arribado a la Bahía de La Paz desde latitudes tropicales en un periodo comprendido desde 10000 años a 5000 años antes del presente. Las primeras evidencias de la presencia de manglar en Baja California Sur durante el Holoceno fueron inicialmente sugeridas por Díaz-Rivera *et al.* (1983); Padilla-Arredondo *et al.* (1985) y posteriormente corroboradas por método radiométrico de Carbono 14 en edades variables desde 8465 ± 315 hasta 4035 ± 80 años antes del presente (Pedrín-Avilés *et al.* 1992 y Sirkin *et al.* 1994).

Tipo de costa

En la literatura geomorfológica internacional existen varias propuestas para la clasificación de las costas y en México se han aplicado ampliamente las clasificaciones propuestas por Lankford (1976) que enfatiza en el origen de las lagunas costeras y la clasificación de costa de Carranza-Edwards *et al.* (1975) que utilizan criterios combinados de otras propuestas.

Con base en la clasificación de Carranza Edwards *et al.* (1975), quienes aplican la clasificación tectónica de Inman y Nordstrom (1971) y criterios morfogenéticos de Shepard (1967) para clasificar las costas de la República Mexicana, la Bahía de la Paz pertenece a la unidad morfotectónica VI, la cual tipifica a costas que tienen una plataforma continental muy estrecha o casi nula y se asocia a rocas ígneas intrusivas y extrusivas del Cenozoico Medio. Tectónicamente, esta unidad es de *arrastre o neoeje* formada en áreas de rift (fallas transformantes) y por sus características morfo-genéticas presenta dos tipos de costa: a) costas primarias formadas por movimientos diastróficos o costas de fallas con playas formadas por la erosión de oleaje en formaciones homogéneas y b) costas secundarias formadas por erosión de oleaje en formaciones heterogéneas. Las Playas de la costa occidental de la Bahía (San Juan de la Costa-Las Pacas) y el sector oriental (Costa Baja-Punta Coyote) son costas de tipo primario donde predominan playas mixtas erosivo-acumulativas. Las playas de tipo secundario corresponden al graven de La Paz, donde se encuentran las playas bajas-acumulativas asociadas al valle aluvial de La Paz.

De forma similar, la clasificación de costa de Ortiz-Pérez y Espinoza-Rodríguez (1991) concuerdan con la clasificación de Carranza Edwards *et al.* (op. cit) y establecen que las costas de la porción occidental de la Bahía son costas mixtas abrasivas-acumulativas y la franja litoral oriental son costas rocosas erosivas.

La clasificación propuesta por Lankford (1976) está enfocada básicamente al origen de las lagunas costeras y la Bahía de La Paz como tal engloba varias lagunas. La zona costera ubicada al noroeste de la ciudad de la Paz no presenta lagunas costeras, pero dentro del valle aluvial, el rasgo más prominente es la laguna costera denominada “Ensenada de La Paz” la cual pertenece al tipo Tipo III (Plataforma de barrera interna). Es una depresión inundada que se protege del mar abierto por una barrera arenosa edificada por corrientes y olas. La antigüedad de la formación de la barrera data de la estabilización del nivel del agua actual durante los últimos 5 mil años, la energía al interior es típicamente baja, excepto en los canales de marea y durante condiciones de tormenta; salinidad variable que depende de

las zonas climáticas pero en la Ensenada tiende a ser hipersalina. La franja costera Ubicada al noreste de la Ciudad de la Paz, donde se ubica la termoeléctrica de Punta Prieta presenta salientes rocosas donde se formaron lagunas costeras de tipo V (Tectónicas). Estas costas se caracterizan por presentar lagunas costeras formadas por fallamiento, plegamiento o volcanismo durante el pasado geológico e independiente a los efectos del cambio del nivel del mar. En la Bahía de La Paz, Velasco-García (2010) reconoce cinco unidades costeras con base en la geología y la geomorfología costera (**Figura IV.35**).

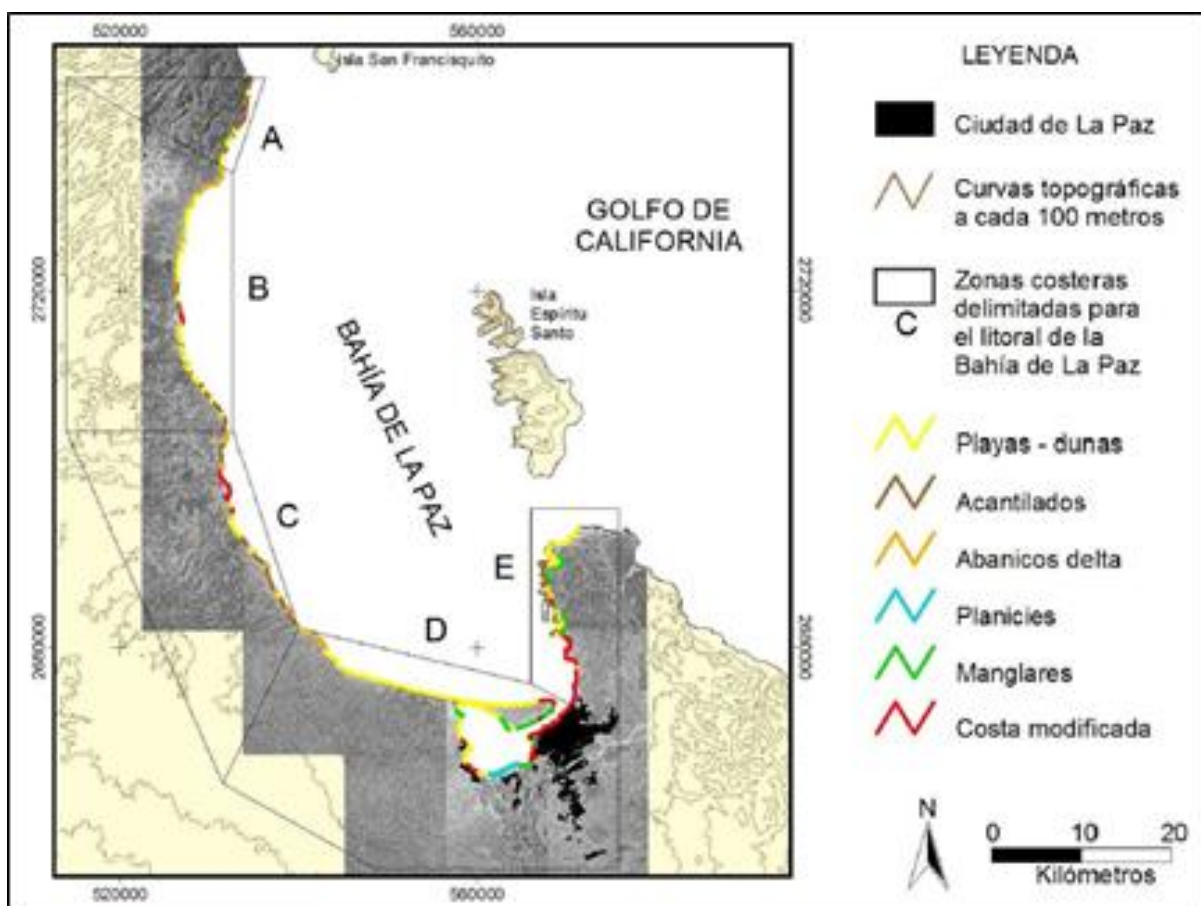


Figura IV.35. Delimitación de zona costera de Bahía de La Paz. (Tomada de Velasco-García, 2009).

Zona A. Costa rocosa dominada por los acantilados más elevados de la Bahía y presenta una plataforma interna muy estrecha.

Zona B. Alternancia de acantilados con terrazas marinas pleistocénicas y playas amplias. En esta zona está presente el abanico-delta de mayor dimensión.

Zona C. Predominan los pequeños abanicos-deltas y acantilados de material vulcanoclástico. La plataforma interna se hace más ancha hacia el sureste.

Zona D. Dominan las playas amplias asociadas a dunas en forma de cordones y tipo barjanes. Está presente la barra arenosa el Mogote, al cual protege a la laguna de La Paz y en su interior se observan planicies de inundación, playas poco desarrolladas, pantanos de manglar y manglares marginales.

Zona E. Ocupa la porción sureste de la Bahía desde el límite norte de la ciudad de La Paz hasta Punta Las Pilitas. Está dominada por ensenadas y caletas limitadas por acantilados irregulares bajos de brechas volcánicas. Aquí la plataforma interna se hace más estrecha hacia el norte.

El área de Punta Prieta es una saliente rocosa acantilada de aproximadamente 30 metros de alto, la línea de costa presenta dos orientaciones perpendiculares, el flanco oeste se orienta de norte a sur y descende en elevación hasta el estero Enfermería, el flanco sur se orienta este-oeste y la saliente disminuye en elevación hasta La Cementera (**Figura IV.36**).

La zona litoral esta modificada casi en su totalidad la playa original del flanco sur ha sido rellenada de cantos rodados para atenuar el oleaje en el área de muelles, en el área a la Escuela Secundaria Técnica Pesquera se observan terrenos ganados al mar.

Geomorfológicamente, la zona litoral se clasifica como una playa baja mixta, su litología se compone de depósitos heterométricos, sus detritos varían desde arenas gruesas gravas y cantos rodados de tamaños variables superiores a 30 cm de diámetro. El relieve es acantilado principalmente y descende lentamente presentando superficies inclinadas donde se ha construido infraestructura portuaria e industrial.

El proceso geomorfológico se manifiesta como eventos gravitacionales así como desgaste de superficies por efecto del oleaje. El transporte litoral es poco significativo. El suelo asociado al área de Punta Prieta presenta poco desarrollo, es misceláneo gravoso-arenoso y los procesos pedogenéticos están limitados por la presencia de los procesos geomorfológicos. La vegetación es escasa en esta zona.



Figura IV.36. Línea de costa de Punta Prieta en el municipio de La Paz, B.C.S.

La geología del área está dominada por un conglomerado del terciario superior que está en discordancia erosional con rocas ígneas extrusivas también de la era Terciaria. Al norte el conglomerado está en contacto con una toba lítica ácida, toba soldada (Ignimbrita) y toba dacítica formadas por minerales de cuarzo, feldespato plagioclasa sódica, biotita y fragmento rocas entre las que sobresale el pómez. Tiene matriz vítrea y su textura varía de afanítica a porfídica y ligeramente piroclástica. Esta unidad está descrita en la nomenclatura como Ts (Ta) en la carta geológica de INEGI (1994).

En la porción sur de Punta Prieta el conglomerado está en contacto con una brecha volcánica intermedia Ts (Bvi), que presenta fragmentos de roca volcánica de composición intermedia y ácida, de formas angulosas y subangulosa, tienen minerales de plagioclasa sódica, clinopiroxeno, circón, hematina y magnetita. La textura es merocrystalina y

piroclástica y de estructura compacta masiva dispuesta en pseudo estratos ligeramente inclinados y en algunos lugares presenta intercalaciones de toba dacítica. Se considera que estas unidades forman parte del grupo Comondú (Heim 1922).

Tipo de Sustrato Marino

Sedimentos litorales:

El conjunto de playas arenosas de la Bahía de La Paz fue prospectado extensivamente a lo largo de la zona intermareal, rompiente y barrida de oleaje por Torres-Alfaro (2010) y sus propiedades granulométricas y morfodinámicas fueron ubicadas dentro de las zonas geomorfológicas propuestas por Velasco-García (2010). Los tipos de sedimentos y playas de la Bahía se muestran en la **Tabla IV.10**.

Las zonas al noroeste de la Bahía (A, B) presentan playas reflectivas asociadas con arenas medias y gruesas, en la zona D las playas son reflectivas con terraza en bajamar pero en los extremos este y oeste son transicionales con las zonas C y E respectivamente. Los sedimentos en estas tres zonas es muy variable desde arenas finas hasta gruesas. La zona E es la de mayor energía y predominan las arenas gruesas hasta muy gruesas y presentan ambientes de oleaje disipativo.

Sedimentos de la Bahía:

Tomando como base un muestreo exhaustivo de sedimentos del golfo de California efectuado por INAPESCA-CIBNOR (2012) se seleccionaron 5 muestras que forman un transecto en la Bahía de La Paz (**Figura IV.37**) para describir los sedimentos desde un enfoque de su distribución granulométrica. Los sedimentos de la Bahía son básicamente arenas medias y arenas muy finas con proporciones moderadas de limos y arcillas (**Tabla IV.11**). Las muestras ubicadas al centro de la Bahía (132 y 133) indican mayor concentración de partículas finas cuyo diámetro medio varía de 55 a 74 micras. En el resto de las muestras se observa un incremento gradual del porcentaje de arenas conforme disminuye la profundidad, la muestra 136 se compone solamente de arenas medias por su proximidad a la zona litoral.

Las muestras de mayor profundidad presentan una gama más amplia de sedimentos por lo que su desviación estándar es mayor (**Figura IV.37**).

Tabla IV.10. Ambientes morfodinámicos y su relación con la granulometría en las playas arenosas de la Bahía de La Paz. Información tomada de Torres-Alfaro (2010) y Velasco-García (2010).

Playa	Zona	Latitud N 24°	Longitud W 110°	tipo de arena	Morfodinámica de la playa
San Francisquito	A	49' 24"	34' 07"	muy gruesa	Reflectiva
Punta Coyote	B	40' 53"	43' 19"	fina	Reflectiva
Punta Guano		37' 18"	44' 23"	media	Reflectiva
Las Ánimas		30' 55"	43' 44'	media	Reflectiva
El Saladito	C	26' 29"	41' 18"	gruesa	Reflectiva
Mogote 1		13' 37"	34' 32"	fina	Reflectiva con terraza en bajamar
Mogote 2		12' 31"	33' 09"	fina	Reflectiva con terraza en bajamar
Mogote 3	D	11' 15"	28' 22"	fina	Reflectiva con terraza en bajamar
Mogote 4 (C)		10' 21"	22' 30"	fina	Reflectiva con terraza en bajamar
Zacatecas		09' 27"	25' 38"	media	Reflectiva con terraza en bajamar
Comitán		07' 59"	25' 15"	media	Reflectiva con terraza en bajamar
Centenario		06' 45"	25' 01"	gruesa	Reflectiva con terraza en bajamar
Conchalito		08' 33"	21' 01"	gruesa	Reflectiva con terraza en bajamar
Conchalito (C)		08' 33"	21' 00"	media	Reflectiva con terraza en bajamar
Coromuel	E	11' 47"	18' 02"	gruesa	Reflectiva con terraza en bajamar
Caimancito		12' 22"	18' 00"	media	Reflectiva con terraza en bajamar
Costa Baja		13' 02"	18' 01"	gruesa	Reflectiva con terraza en bajamar
Frente Balandra 1		18' 53"	19' 25"	media	Intermedia con barras
Frente Balandra 2		19' 42"	19' 55"	gruesa	Intermedia con barras
Balandra 3		19' 17"	19' 25"	media	Intermedia con barras
Balandra 4 (C)		18' 55"	19' 39"	media	Intermedia con barras
San Lorenzo		20' 04"	19' 37"	gruesa	Intermedia con barras
Tecolote		20' 12"	19' 00"	fina	Intermedia con barras
Las Galeras		21' 07'	17' 19"	media	Reflectiva con terraza en bajamar
El Coyote		02' 14"	14' 06"	muy Gruesa	Reflectiva con terraza en bajamar
Punta Los Muertos		14' 59"	09' 00"	muy Gruesa	Reflectiva con terraza en bajamar
El Mezteño		31' 02"	23' 20"	media	Reflectiva con terraza en bajamar
Candelero		30' 23"	23' 05"	media	Reflectiva con terraza en bajamar
San Gabriel		26' 21"	21' 17"	muy fina	Disipativa sin barras
La Dispensa		24' 40"	20' 58"	fina	Disipativa sin barras

Tabla IV.11. Muestreo de sedimentos en la Bahía de La Paz. INAPESCA-CIBNOR (2012).

MUESTRA	Latitud Norte	Longitud Oeste	Profundidad (m)	Promedio (μ)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
132	24,286783	-110,420700	51	74	68,55	31,45	0,00
133	24,324950	-110,476967	78	55	60,56	18,95	20,49
134	24,421183	-110,632300	70	170	80,49	15,67	3,84
135	24,432083	-110,643550	50	240	91,13	6,05	2,82
136	24,476983	-110,691467	12	314	100,00	0,00	0,00

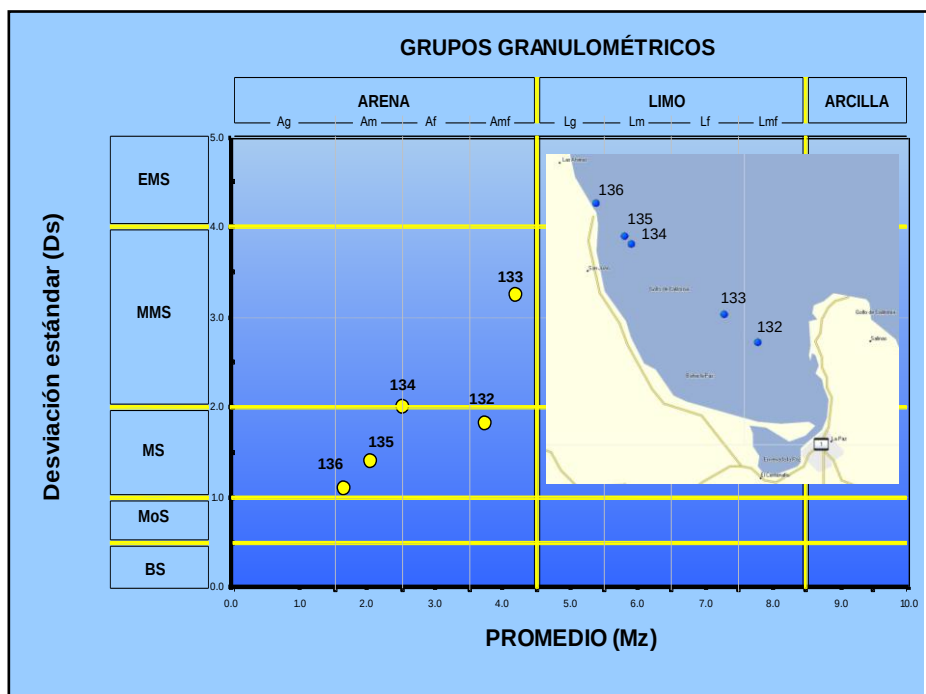


Figura IV.37. Propiedades granulométricas de los sedimentos y ubicación del transecto en la Bahía de La Paz. Datos de INAPESCA-CIBNOR 2012. Nomenclatura: BS (Bien seleccionados); MoS (Moderadamente Seleccionados); MS (Mal seleccionados); MMS (Muy Mal Seleccionados) y EMS (Extremadamente Mal seleccionados).

Sedimentos Laminados:

Los sedimentos de mayor profundidad colectados en la Bahía de La Paz pertenecen a la cuenca Alfonso y fueron descritos inicialmente por Molina-Cruz *et al.* (2002). A 390 m de profundidad se recuperaron 2,12 m de sedimentos laminados con alternancias de coloración clara y oscura donde cada dupla representa un ciclo de sedimentación. Los resultados del análisis radiométrico del núcleo indicaron que la columna sedimentaria representa un tercio del Holoceno (8000 ± 50 años) y considerando que el espesor medio de cada dupla es de 3,35 mm la cual representa aproximadamente 11,2 años, la tasa de sedimentación es de $0,3 \text{ mm año}^{-1}$. Por otra parte, la distinción entre el origen clástico o biogénico de los sedimentos en la Bahía fue determinado utilizando la proporción relativa de Si y Ca respecto al Al para el origen continental y biogénico respectivamente. Los resultados de Molina-Cruz *et al.* (2002) mostraron que las láminas oscuras son más ricas en Sílice y representan la fracción continental debido a que las rocas circundantes de la Bahía son predominantemente alumino-silicatos de las tobas silíceas de la formación Comondú y la proporción elevada de Ca se asocia a la presencia de cocolitofótidós y foraminíferos bentónicos y a la ausencia de

aflorescimientos importantes de rocas calizas. Este estudio concluye que el ingreso de material terrígeno es de origen fluvial y la alternancia se debe a un incremento periódico cuya ciclicidad es de aproximadamente 11,2 años. La ciclicidad es consistente con la observación de actividad de manchas solares.

Posteriormente, el estudio de los sedimentos laminados de la cuenca Alfonso fue retomado por Pérez-Cruz y Urrutia-Fucugauchi (2010 a y 2010 b) y con base en mediciones de magnetismo y microfósiles de diatomeas determinaron que los minerales magnéticos dominantes de la cuenca en las láminas oscuras, tienen un origen volcánico y se asocian a eventos de acarreo fluvial y/o eólico, por otra parte, la poca proporción de radiolarios está relacionada con la penetración de aguas subtropicales con tiempos de residencia prolongados bajo condiciones oligotróficas, durante eventos “El Niño” (El Niño- Southern Oscillation (ENSO)). Las láminas claras corresponden a pulsos de alta productividad donde la alternancia está relacionada con procesos oceanográficos o climáticos pero coinciden con Molina-Cruz *et al.* (2002) en que la secuencia laminada es no-anual y difiere de la secuencia anual de los sedimentos laminados de la porción central del golfo de California.

Sedimentos líticos de la Laguna costera “Ensenada de La Paz”

Los sedimentos al interior de la Bahía fueron evaluados por su composición de minerales pesados y relacionados con las áreas fuente que circundan la Bahía de La Paz (Choumiline *et al.* 2009). La distribución mineralógica fue categorizada en tres grupos de asociación que representa a tres provincias: este, sureste y noreste.

La provincia del este contiene predominancia de ortopiroxeno y un alto contenido en hornblenda, lo cual se asocia a la erosión de la secuencia volcanoclástica de la formación Comondú y al complejo granítico de la Sierra Las Cruces. El grupo de la provincia sureste contiene abundancia de hornblenda (> 81%) con presencia de mica, apatito, esfena, anatasa, turmalina, clorita, clinopiroxeno y ortopiroxeno, así como un contenido pobre de anfíbol, granate y zircón. Estos minerales fueron suministrados por los arroyos el Cajoncito, Los Bledales, La Palma, Cardonal y El Novillo, los cuales erosionan a las rocas graníticas de la sierra Las Cruces, Rocas de Tonalita “La Buena Mujer” y una pequeña porción de rocas extrusivas (tobas, riolitas, conglomerados y areniscas) de la formación Comondú.

La provincia noroeste contiene predominio de clinopiroxeno, ortopiroxeno y ooides fosfáticos y una relativamente alta abundancia de olivino, hornblenda, zircón, epidota y granate los cuales suponen un origen de los arroyos La Ardilla y otras corrientes al norte de la localidad

El Centenario, así como transporte litoral y eólico a través de la barra arenosa El Mogote y finalmente por erosión de estratos marinos del Terciario de la Formación “El Cien”.

Batimetría

La Bahía de La Paz se localiza en la costa suroeste del Golfo de California entre las coordenadas geográficas 24,1° y 24,8° de latitud norte y los -110,58° y -112,2° de longitud oeste. El intervalo de profundidades varía desde 300 m en la entrada hasta 10 m en la cabeza (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997). Tiene forma semi-elíptica con su eje mayor orientado en dirección nornoroeste-sursureste, con dimensiones aproximadas de 80 km de largo por 35 km de ancho, con una superficie aproximada de 1780 km². Limita al oeste y sur por tierra firme, hacia el norte y este por las aguas del Golfo de California y las Islas Espíritu Santo y Partida. Tiene comunicación libre con las aguas del Golfo de California a través de una boca principal ubicada entre Punta Cabeza Mechuda y el extremo norte de Isla Partida. Al sureste también se comunica con las aguas del golfo a través de una boca secundaria ubicada entre el extremo sur de la Isla Espíritu Santo y Punta Las Pilitas que forman el Canal de San Lorenzo (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997).

La Bahía de La Paz es un cuerpo de agua con profundidades de hasta 450 m en la mitad noroeste y disminuye al sur gradualmente hasta llegar a una parte somera con pendiente suave y playas extensas (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997). En la porción norte se encuentra la Cueva Alfonso que es una depresión de 450 m y en la porción central se ubica un fallamiento con orientación suroeste que inicia en el extremo norte de Isla La Partida, así como una cadena de montes submarinos constituida por tres promontorios con profundidades de 250 y 300 m entre Isla San José y el complejo insular La Partida-Espíritu Santo (Cruz-Orozco *et al.*, 1990). Los rasgos más notables la dividen en dos partes, la del sur que es somera y la del norte que es profunda, con un canal bien definido entre 220 m y 320 m, tal vez producto de la erosión; existen además una serie de bajos “Bajos más allá de Espíritu Santo”, que representan el bloque del bajo de la falla “La Tijera” (Cruz-Orozco *et al.*, 1996) (ver **Figura IV.33**).

La zona costera de la Bahía de La Paz se componen de diversas playas de bolsillo, entre algunos de ellos Playas Balandra y Coromuel, estero Enfermería, ensenadas El Merito y Costa Baja, la Bahía interna de Pichilingue que por ser la que presenta profundidades mayores de 5 m es apta para navegación de altura y cabotaje, y la laguna costera

denominada Ensenada de La Paz. Estos rasgos fisiográficos se caracterizan por profundidades promedio del orden de 1,5 a 2 m.

La Ensenada de La Paz es uno de los rasgos costeros de mayor importancia en la Bahía debido a que la comunicación e intercambio de masas de agua a través de la boca de esta laguna genera una dinámica particular en la Área de Estudio costera del sureste y este-noreste de la Bahía. La ensenada se localiza al sureste de la Bahía de La Paz entre las coordenadas geográficas 24°06' - 24°10' N y 110°19' - 110°25' W y tiene una superficie aproximada de 45 km², una profundidad promedio de 2,5 m con respecto al nivel medio del mar (Morales y Cabrera-Muro, 1982); en la porción sur de la laguna las profundidades son de 1 m en promedio y ocupa una proporción significativa de este cuerpo lagunar. En su porción noreste presenta un par de canales paralelos que forman la boca de la laguna con profundidades de 10 m que se extienden al exterior de la ensenada en la continuación del canal de navegación paralelo a la línea de costa hasta el Canal de San Lorenzo que sirve de acceso a diferentes dársenas náuticas y portuarias, entre ellas las dársenas en Pichilingue, Punta Prieta y Costa Baja (ver **Figura IV.33**).

El Área de Estudio en el ámbito marino-costero se ubica en el sector Punta Prieta de la Bahía de La Paz, donde la batimetría presenta un perfil agudo con una distancia de 2 km desde la cota 0,00 m hasta la isóbata de 10 m en el canal de navegación (**Figura IV.38**).

Perfiles de Playa

En el perímetro de la Bahía de la Paz los perfiles de playa son variables y dependientes de la geomorfología local y tipo de costa. En el sector noroeste las playas principalmente de arena y corresponden a un sector de la Bahía con pendientes de tipo de plataformas internas asociadas a sustratos arenosos; en el sector sur corresponde a playas de barrera arenosa con taludes suaves y hacia el sureste el perfil es de un canal de marea. En la porción sursuroeste–norte de la Bahía debido a la compleja y variada composición de la línea de costa los perfiles de playa son variables. En las ensenadas la pendiente de playa es suave y en las puntas y salientes los perfiles pueden ser abruptos.

Particularmente, en el sector Punta Prieta-Costa Baja se presenta una combinación de perfiles de costa rocosa con inclinación mayor de 30° y perfiles de playa arenosa con inclinación menor a 30°. En Punta Prieta, se extrajeron de la batimetría (**Figura IV.38**) cuatro perfiles perpendiculares a la línea de costa en el Área de Estudio, en la zona de la descarga

del Proyecto y se observó una pendiente abrupta en los primeros 300 m del perfil contados a partir de la cota 0,00 m. La sección A-A' hacia el noroeste presentó una pendiente menor a 30° en los primeros 300 m del perfil con una cota menor a los 4 m y a partir de este punto la pendiente aumentó en una distancia horizontal de 200 m hasta la cota de -12 m con pendiente constante hasta la cota de -17 m.

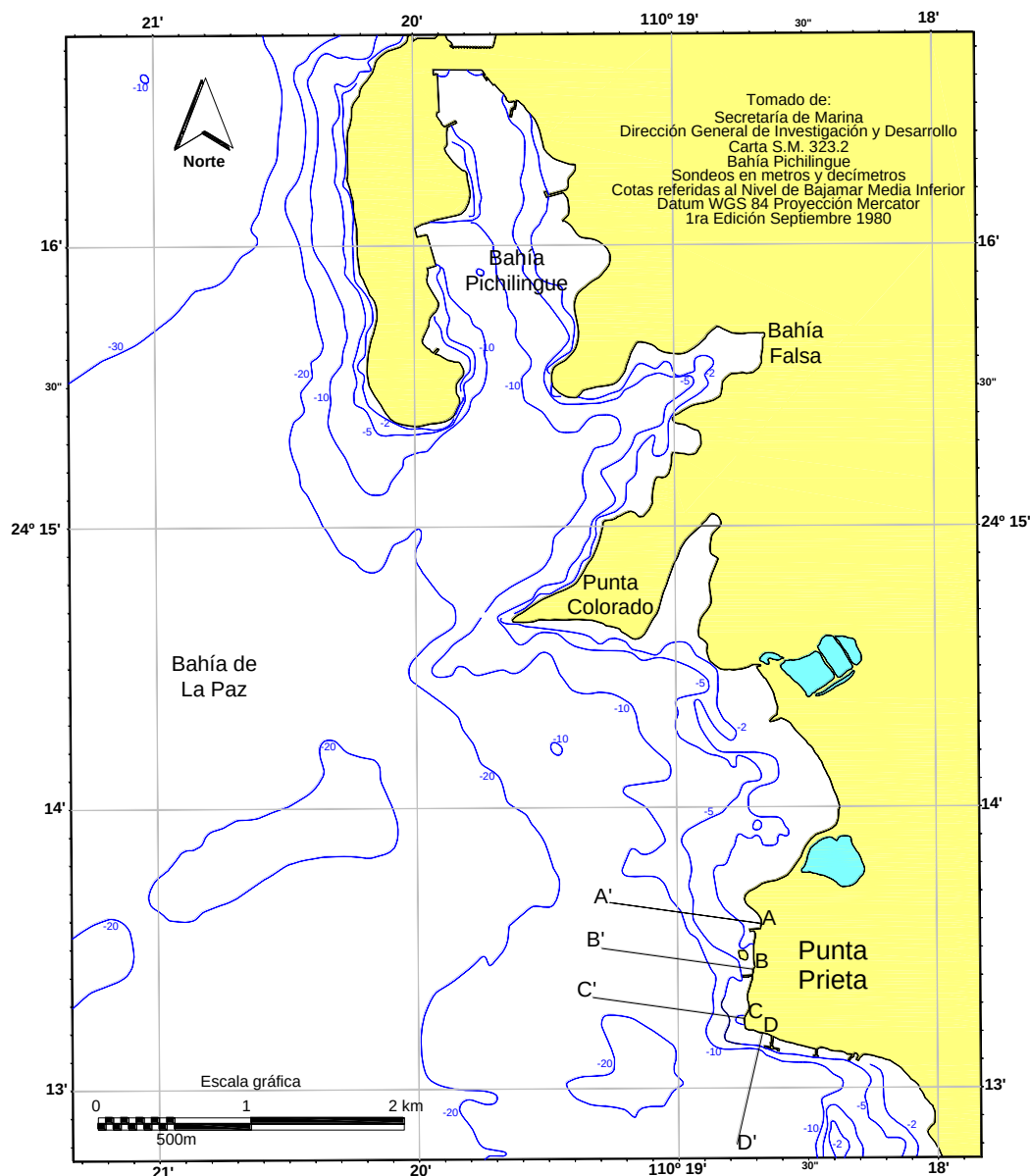


Figura IV.38. Batimetría del frente costero del sector Pichilingue-Punta Prieta en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Las secciones B-B' y C-C' presentaron una pendiente de 45° en los primeros 300 m en una cota promedio de 12 m y de forma continua hasta la cota de 20 m. El perfil D-D' en colindancia con la dársena de PEMEX fue típica de una costa de cantil con caída de 45° en los primeros 150 m del perfil, disminución a 30° en los 50 m siguientes y suavizamiento hasta la cota de 17 m en la distancia horizontal subsecuente (**Figura IV.39**).

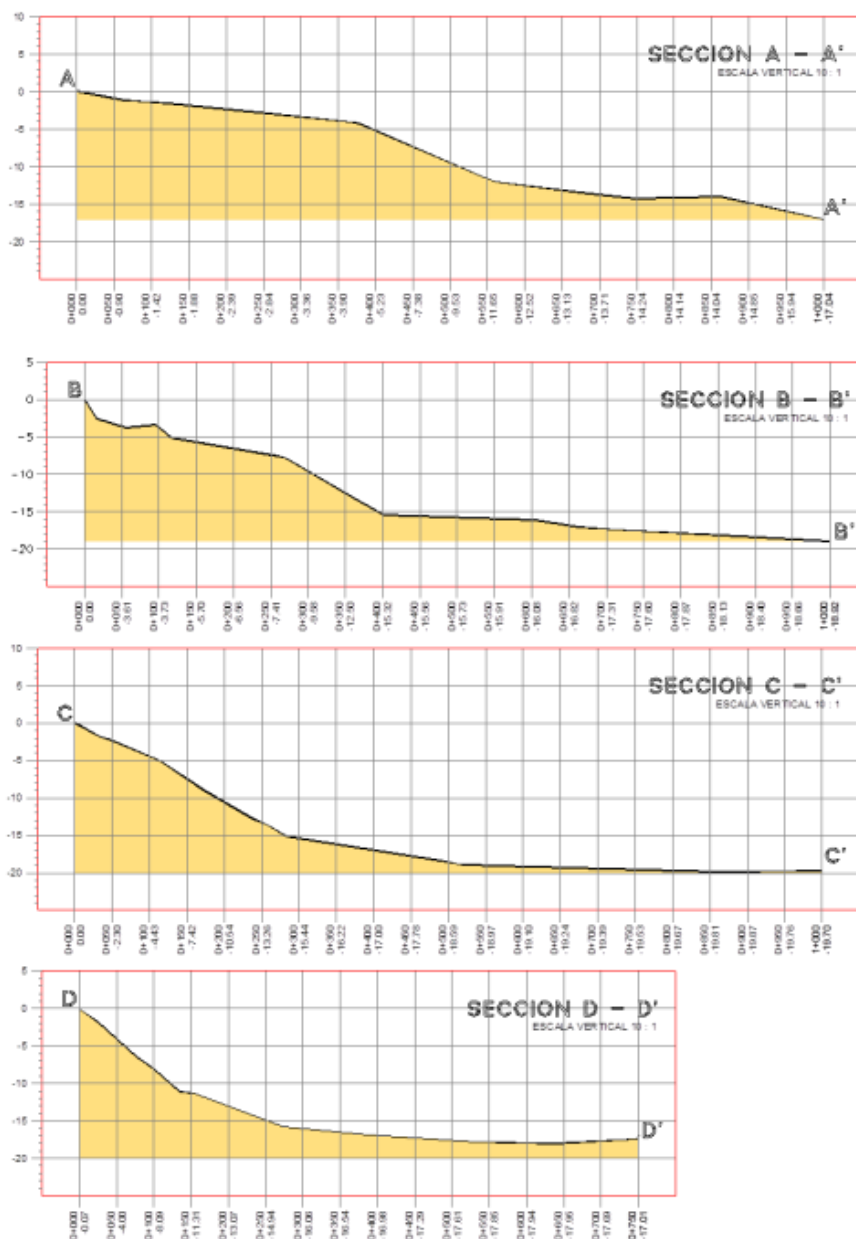


Figura IV.39. Perfiles playeros en Punta Prieta en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Marea

La marea en el Golfo de California es producida por la cooscilación con la marea del Océano Pacífico (Marinone y Lavín, 1997). Los promedios mensuales del nivel del mar en el golfo presentan un marcado ciclo estacional, con máxima elevación durante verano y mínima durante invierno (Roden y Groves, 1959; Ripa y Marinone, 1989; Ripa, 1990; Ripa, 1997; Beier, 1997).

El tipo de marea en la Bahía de La Paz es mixta con predominancia del tipo semidiurno durante mareas vivas y cercano a comportamiento diurno durante mareas muertas con un factor de forma dado por el factor de forma $(K_1+O_1)/(M_2+S_2)$ de 1 aproximadamente (Godin *et al.*, 1980; Morales-Pérez y Gutiérrez, 1989) (**Tabla IV.12**).

Tabla IV.12. Principales componentes armónicas para la Bahía de La Paz (Grivel y Grivel, 1993).

Componente	Amplitud (m)	Fase (grados ° GMT)
M ₂	0,239	274,29
S ₂	0,179	271,59
K ₁	0,250	83,91
O ₁	0,171	81,08

A partir de la serie horaria anual obtenida a través de predicción (González, 2011) para el año 2012, se presentan la variación de la onda de marea para los meses de verano e invierno (**Figuras IV.40 y IV.41**). Obeso *et al.* (1993), a través de modelación de la marea encontraron que la variación superficial del nivel del mar es máxima durante reflujo en el canal de acceso a la Ensenada de La Paz y mínimo en las fronteras abiertas con el Golfo de California; asimismo reportan un desfase en la fase de pleamar de la marea entre ésta frontera y la boca de la ensenada, ya que la onda es afectada por la fricción con el fondo mientras se propaga de aguas profundas a aguas someras.

Los planos de marea para el Puerto de La Paz, B.C.S. para el año 2102 mostraron una pleamar máxima de 0,94 m y una bajamar mínima de -0,97 m para un rango anual de 1,91 m (**Tabla IV.13**).

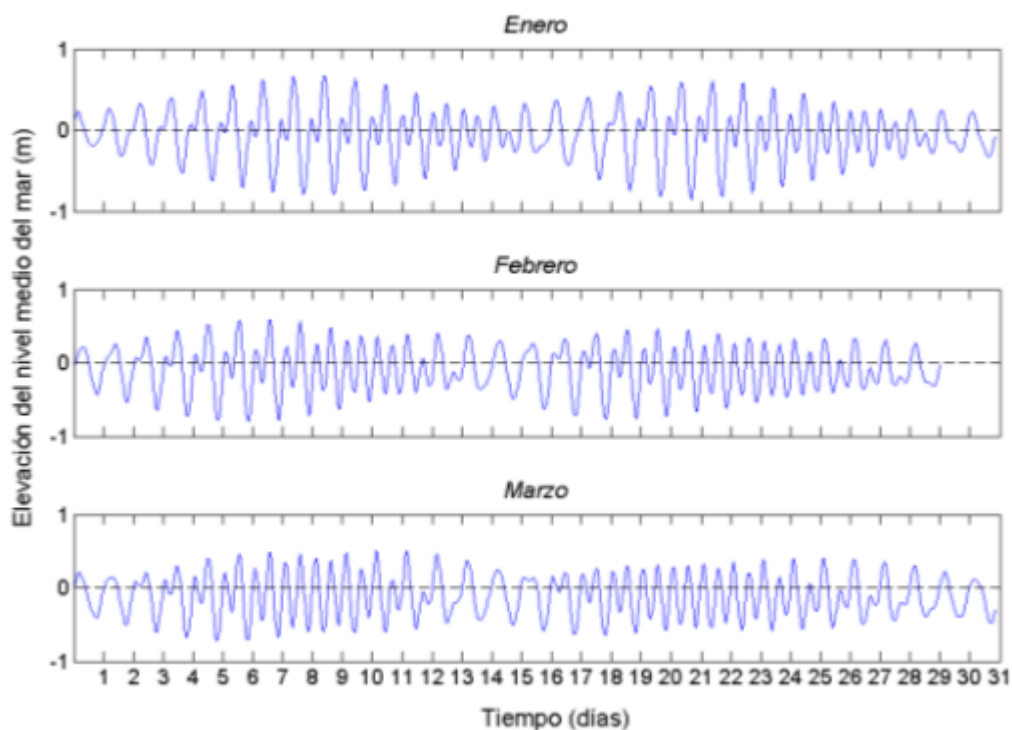


Figura IV.40. Elevación del nivel medio del mar en La Paz, B.C.S. Invierno, 2012.

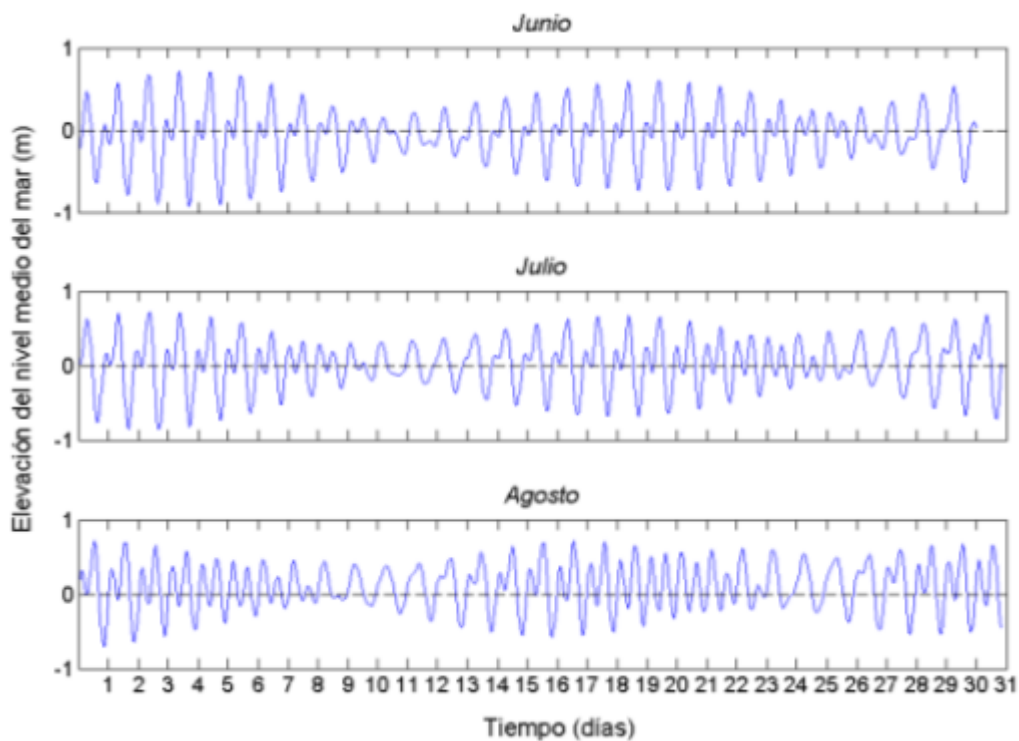


Figura IV.41. Elevación del nivel medio del mar en La Paz, B.C.S. Verano, 2012.

Tabla IV.13. Planos de marea para el puerto de La Paz, B.C.S. (2012).

Plano de marea	Siglas	Amplitud (m)
Pleamar Máxima Registrada	PMR	0,94
Nivel de Pleamar Media Superior	NPMS	0,47
Nivel de Pleamar Media	NPM	0,40
Nivel Medio del Mar	NMM	0,00
Nivel de Bajamar Media	NBM	-0,28
Nivel de Bajamar Media Inferior	NBMI	-0,49
Bajamar Mínima Registrada	BMR	-0,97
Rango de Marea	R	1,91

Oleaje

Las condiciones de oleaje para la Bahía de La Paz, corresponden a las de cuerpos costeros protegidos dentro del Golfo de California. Los principales parámetros de oleaje como altura, periodo y dirección reinante en la zona son de carácter local y el oleaje dominante proviene de la dirección donde el Fetch es efectivo con periodos significantes más largos (Schwab *et al.*, 1989). El oleaje característico de la Bahía es de baja energía generado por la acción del viento soplando sobre la superficie libre del mar con altura desde 0,2 – 0,8 m.

El viento es el principal agente forzante de oleaje y en la región de La Paz, B.C.S. está caracterizado estacionalmente por componentes del norte (norte y noroeste) durante la época fría y componentes del sur durante la época cálida. Las intensidades de mayor significancia se asocian a la época de transición cálida-fría, es decir de verano a otoño (sur y noroeste). Con este patrón se efectuó una predicción de oleaje para una condición anual con el modelo SWAN (Booij *et al.*, 1999) con el viento dominante de cada época del año para la zona costera adyacente a Punta Prieta.

Asimismo, con esta herramienta de simulación Troyo-Diequez (2003) para la Bahía ha reportado altura de ola significativa máximas asociadas a ráfagas de viento de hasta 10 ms^{-1} provenientes desde el cuadrante noroeste-norte-noreste con Fetch efectivo desde el norte con altura significativa (H_s) de 2,1 m con una disminución de hasta 0,7 m con ráfagas de 5 ms^{-1} durante Invierno (**Figura IV.42**). En Verano la mayor incidencia es del sur, sin embargo no tiene Fetch para la generación de oleaje en la Bahía. Es dominante el oleaje local asociado al sistema de brisas local, la configuración de la Bahía y la ubicación de las islas Partida y Espíritu Santo confieren protección del oleaje distante. Asimismo, la configuración batimétrica es un factor determinante en la refracción del oleaje hasta la zona costera somera con lo que se modifican la altura y dirección de aproximación en la rompiente.

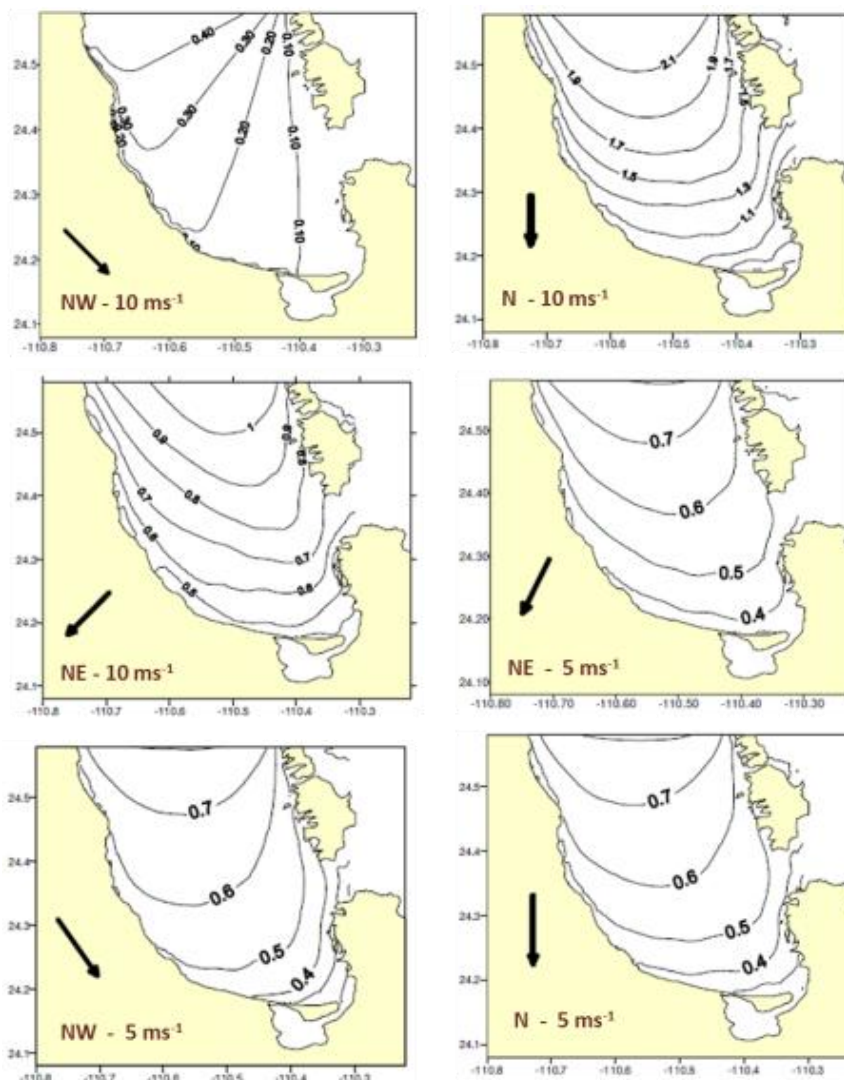


Figura IV.42. Distribución de altura significativa en la Bahía de La Paz, B.C.S. (Tomado de Troyo-Díez, 2003).

En el área de Punta Prieta se ha registrado alturas de ola significativa menores de 0,5 m con aproximación desde el oeste-noroeste en condiciones de viento máximo se encuentra componentes del oeste-noroeste hasta el sur-suroeste que inciden sobre la costa. Sin embargo, las intensidades máximas y duración limitan la generación de altura de ola significativa de hasta 0,60 m de altura. Cabe señalar, que a pesar de que las mayores intensidades se presentan desde el oeste durante invierno, estas sólo son rachas de vientos de corta duración y generan una ola significativa de hasta 0,30 m de altura. Los periodos característicos son de 2 a 6 segundos (**Figura IV.43**).

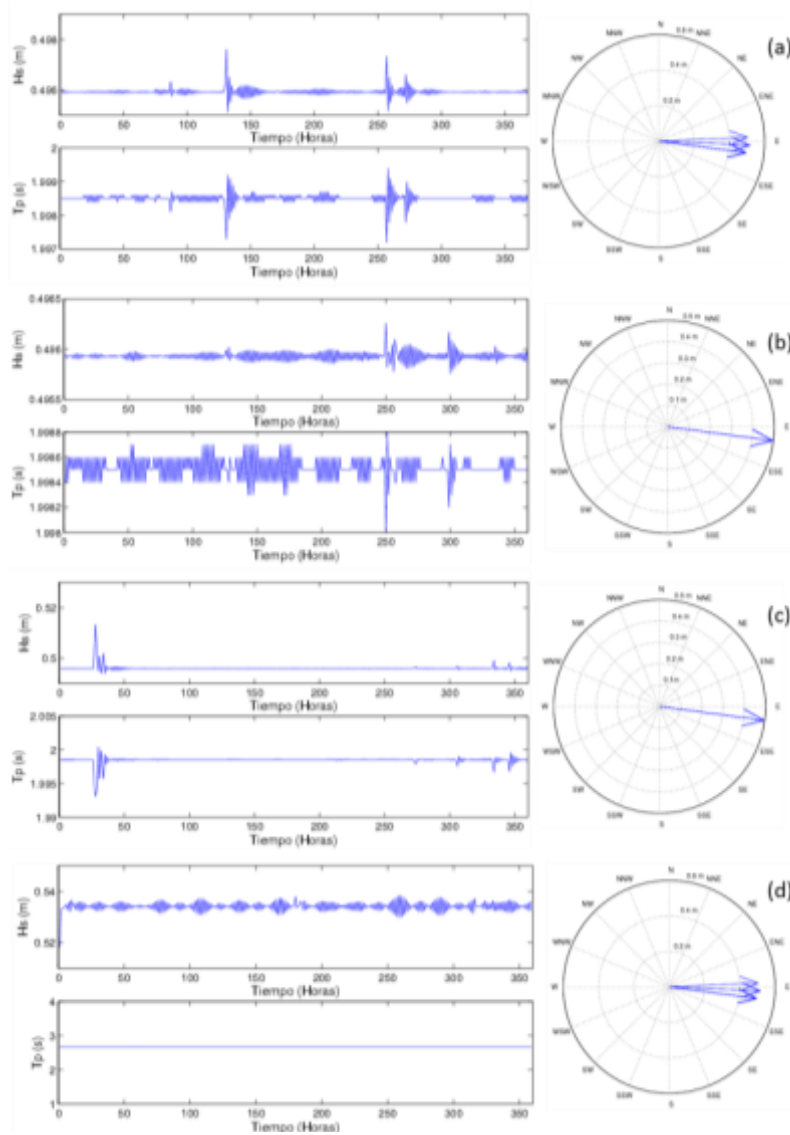


Figura IV.43. Oleaje en la zona costera de Punta Prieta, B.C.S.: Invierno, (b) Primavera, (c) Verano, (d) Otoño.

Corrientes

La circulación en la Bahía de La Paz está dominada por el carácter semidiurno de la marea (componente M_2) y el patrón de vientos desde el sur y sureste en verano y noroeste en invierno, que influyen un giro ciclónico en la parte norte de la Bahía en julio y octubre con velocidades del orden de $0,30 \text{ ms}^{-1}$ debilitándose hacia la porción sur con un débil giro anticiclónico en el mes de julio (Sánchez-Velasco *et al.*, 2006) (**Figura IV.44**). El sector de la Boca Grande presenta una respuesta instantánea a la señal de marea del Golfo de California, mientras que el canal de San Lorenzo Obeso *et al.* (1993) señalaron que la

dinámica mareal domina el flujo y reflujo en la zona con velocidades del orden de $0,20 \text{ ms}^{-1}$ en el centro del canal y de $0,03$ a $0,08 \text{ ms}^{-1}$ en las zonas someras laterales del mismo. Las velocidades de corriente máximas ($0,5 \text{ ms}^{-1}$) ocurren en la boca de la ensenada de La Paz donde las corrientes son paralelas a la alineación del canal disminuyendo al interior por efecto de fricción con el fondo (Morales y Cabrera-Muro, 1982).

Obeso-Nieblas (1986), Obeso-Nieblas *et al.* (1993) y Jiménez-Illescas *et al.* (1997) coinciden en que las corrientes y el transporte de masas de agua entre la Bahía y la ensenada son afectados por la geomorfología y perfil batimétrico, y que la variación de la elevación en la superficie libre es mayor en la ensenada por presentar las profundidades menores de este sistema costero. Morales y Cabrera-Muro (1982), reportan que la circulación en la ensenada presenta un giro anticiclónico con velocidades mínimas en la zona oriental y máximas en el canal de entrada. Sandoval y Gómez-Valdez (1997) y Gómez-Valdés *et al.* (2003) encontraron un comportamiento singular en el canal de entrada de la ensenada en el flujo residual inducido por marea con dos giros anticiclónicos (**Figura IV.45**).

En el sector de Punta Prieta el patrón de corrientes entrantes está definido de forma paralela a la línea de costa y dado a que por las necesidades de dársena de atraque aledañas se ubican canales con profundidades de hasta 16 m, durante la fase de flujo de la marea las corrientes mantienen una dirección de los canales de navegación existentes (**Tabla IV.14**).

De forma inversa, durante la fase de reflujo de la marea se presenta un giro ciclónico en la ensenada Costa Baja hacia el noreste del Área de Estudio y las corrientes de mayor intensidad presentan una alineación con el canal de navegación de la marina hasta encontrar el canal de navegación de las dársenas de PEMEX y hacia el canal de navegación principal de la Bahía (**Figura IV.46**).

A pesar de que la marea es uno de los mecanismos de forzamiento más importantes que impulsan la dinámica de la Bahía de La Paz y sus inmediaciones (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997), en ocasiones el viento produce velocidades de corriente mayores en las partes someras y en los canales, que pueden llegar a dominar la circulación en el Área de Estudio.

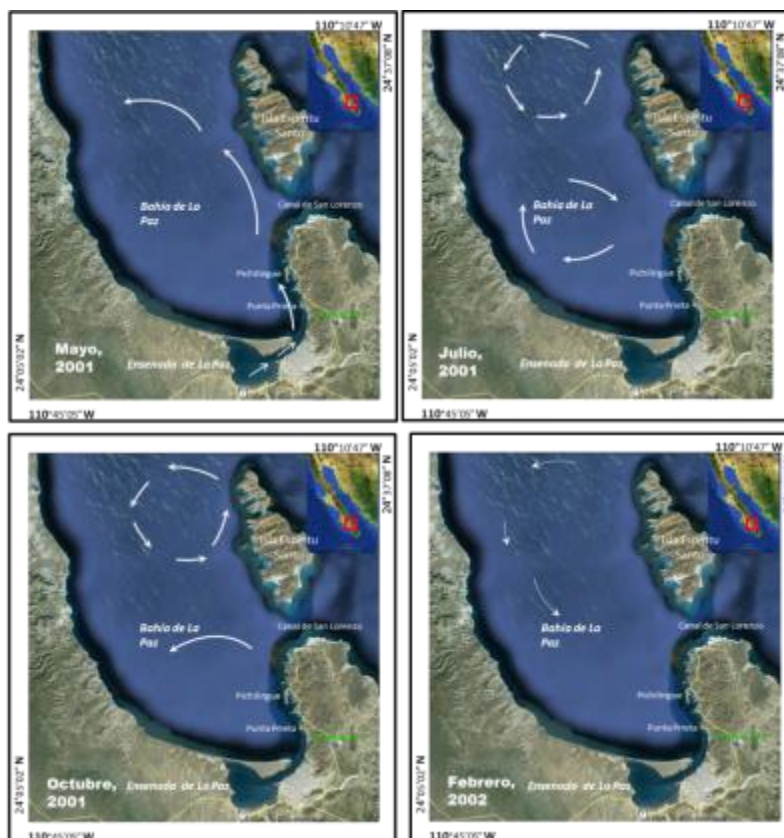


Figura IV.44. Giros geostroáficos del flujo superficial en la Bahía de La Paz reportados por Sánchez-Velasco *et al.* (2006).

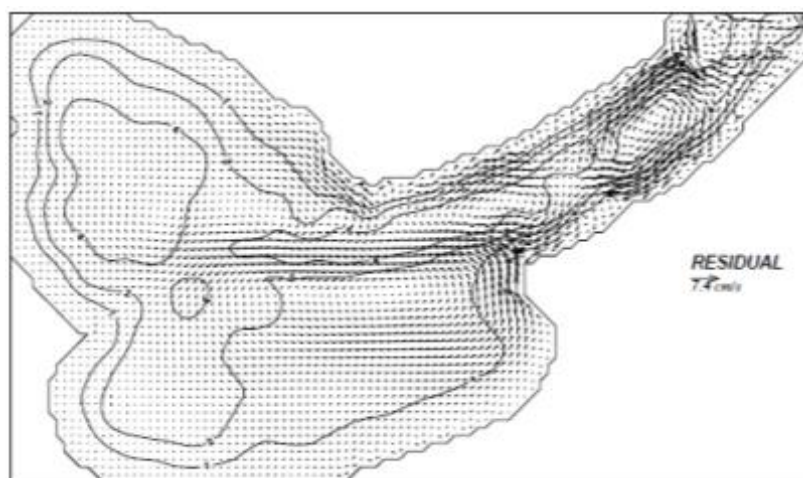


Figura IV.45. Corrientes residuales en la Ensenada de La Paz simuladas por Gómez-Valdés *et al.* (2003).

Tabla IV.14. Velocidad de corriente simulada (en ms^{-1}) en Punta Prieta (1 junio-1 julio 2006).

Componente	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Este-Oeste	-0,3171	0,3135	0,0005	0,0476
Norte-Sur	-0,0235	0,0863	0,0093	0,0178
Resultante	0,32	0,33	0,009	0,05

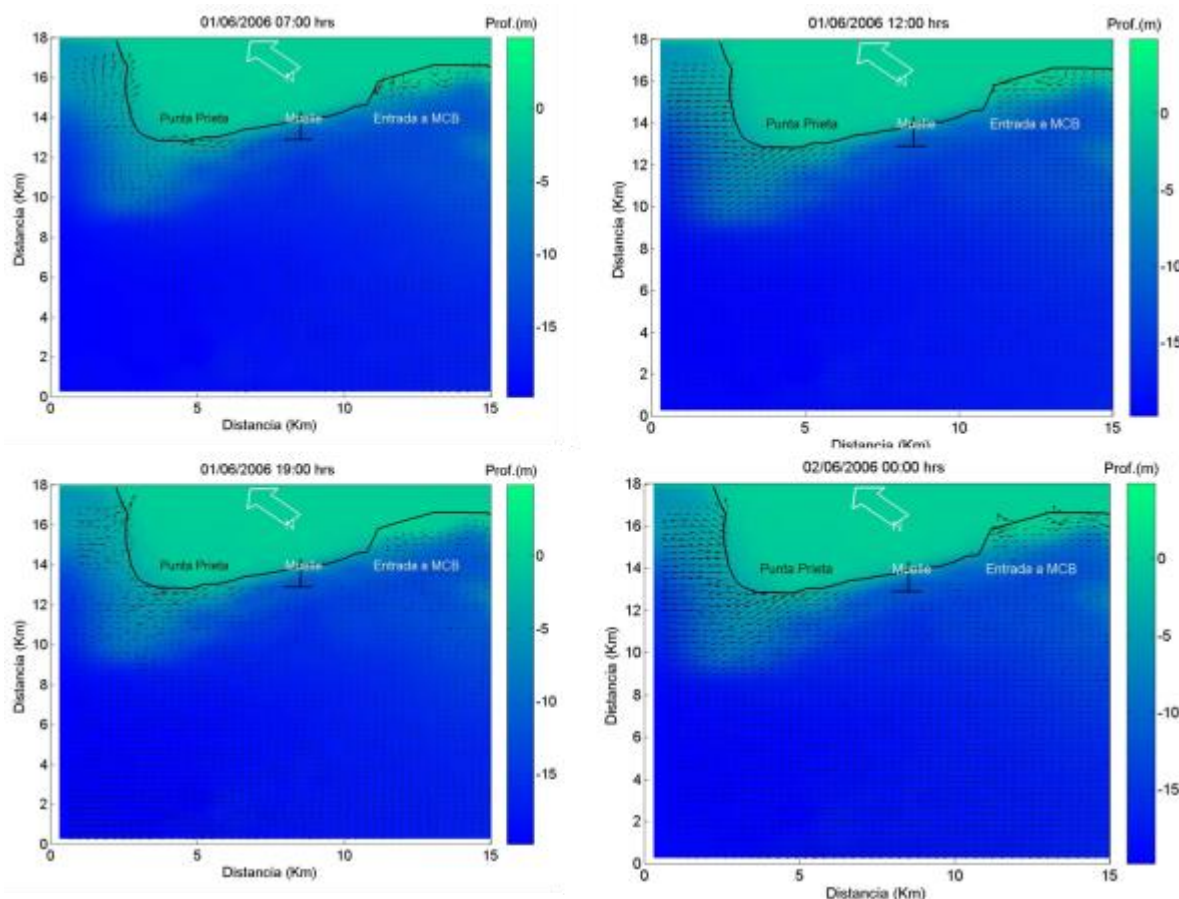


Figura IV.46. Campos de velocidad simulada para el 1 y 2 de junio de 2006 en Punta Prieta en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Eventos extremos

La zona de entrada del Golfo de California es altamente susceptible a la actividad ciclónica entre los meses de mayo a noviembre con mayor incidencia de estas perturbaciones meteorológicas en la Región de La Paz entre los meses de agosto a octubre, especialmente durante el mes de septiembre. Estas perturbaciones traen consigo fuertes vientos y la disminución de presión atmosférica que transferida a la superficie libre del mar se traduce como ondas de tormenta.

Romero-Vadillo (2007) ha clasificado estas perturbaciones por la trayectoria y el impacto ocasionado a la costas de la región de La Paz y señala tres tipos: (i) los que viajan paralelos a las costas mexicanas (ii) los que inician su viaje hacia el noroeste con un viraje entre los 20°- 25°N, y (iii) los que ingresan al Golfo de California, siendo estos últimos los de mayor impacto sobre la Bahía de La Paz.

El nivel medio del mar en la Bahía en eventos extremos ha sido registrado por el mareógrafo de la ciudad de La Paz y se han reportado un incremento de hasta 1 m sobre el nivel medio en la ensenada y de hasta 0,70 m en la Bahía. Romero-Vadillo (2003) por medio de simulación numérica evaluó el cambio de elevación del nivel del mar para diferentes escenarios y demostró que el de mayor impacto ha sido el huracán Liza (1976) con sobre-elevación de hasta 1 m en la Ensenada, El Mogote, Punta Prieta y Pichilingue hacia la boca del Canal de San Lorenzo con disminución en el nivel hacia la Isla de San José en el norte. Este incremento del nivel del mar varía de acuerdo a la trayectoria del huracán, aquellos con aproximación de vientos desde el estenoreste-estesureste son los que generan un gradiente positivo hacia San Juan de la Costa y el sector noroeste de la Bahía y aquellos desde el noroeste hacia el sector sureste y canal de navegación (**Figura IV.47**).

Las corrientes se incrementan durante estos eventos y pueden llegar a alcanzar $1,25 \text{ ms}^{-1}$ de velocidad, con máximos en los estrechamientos o canales, tal como señala Romero-Vadillo (2003) el comportamiento de los flujos es altamente dependiente de la dirección de incidencia del viento, sin embargo a través de su experimento de simulación señala que es a través del canal de San Lorenzo por donde el volumen de intercambio de agua es mayor (**Figura IV.47**).

Sistema de Transporte Litoral

El relieve costero en la Bahía de La Paz es abrupto con elevaciones promedio de 300 msnmm, con playas arenosas en las márgenes suroeste y noreste con diferentes rangos de oleaje incidente (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997). Torres-Alfaro (2010) clasificó las diferentes playas dentro de la Bahía y señaló que los rasgos morfodinámicos y perfiles de playa son variables, así como el tamaño de grano. Señala que las playas del norte y oeste presentan arenas terrígenas y las de la porción oriental y complejo insular Partida-Espíritu Santo son arenas biogénicas, mientras que las del sureste son una mezcla de ambas. A partir de esta

descripción de ambientes morfodinámicos se puede clasificar las playas de la Bahía como: (a) sector occidental; (b) barra del Mogote, y (c) sector oriental.

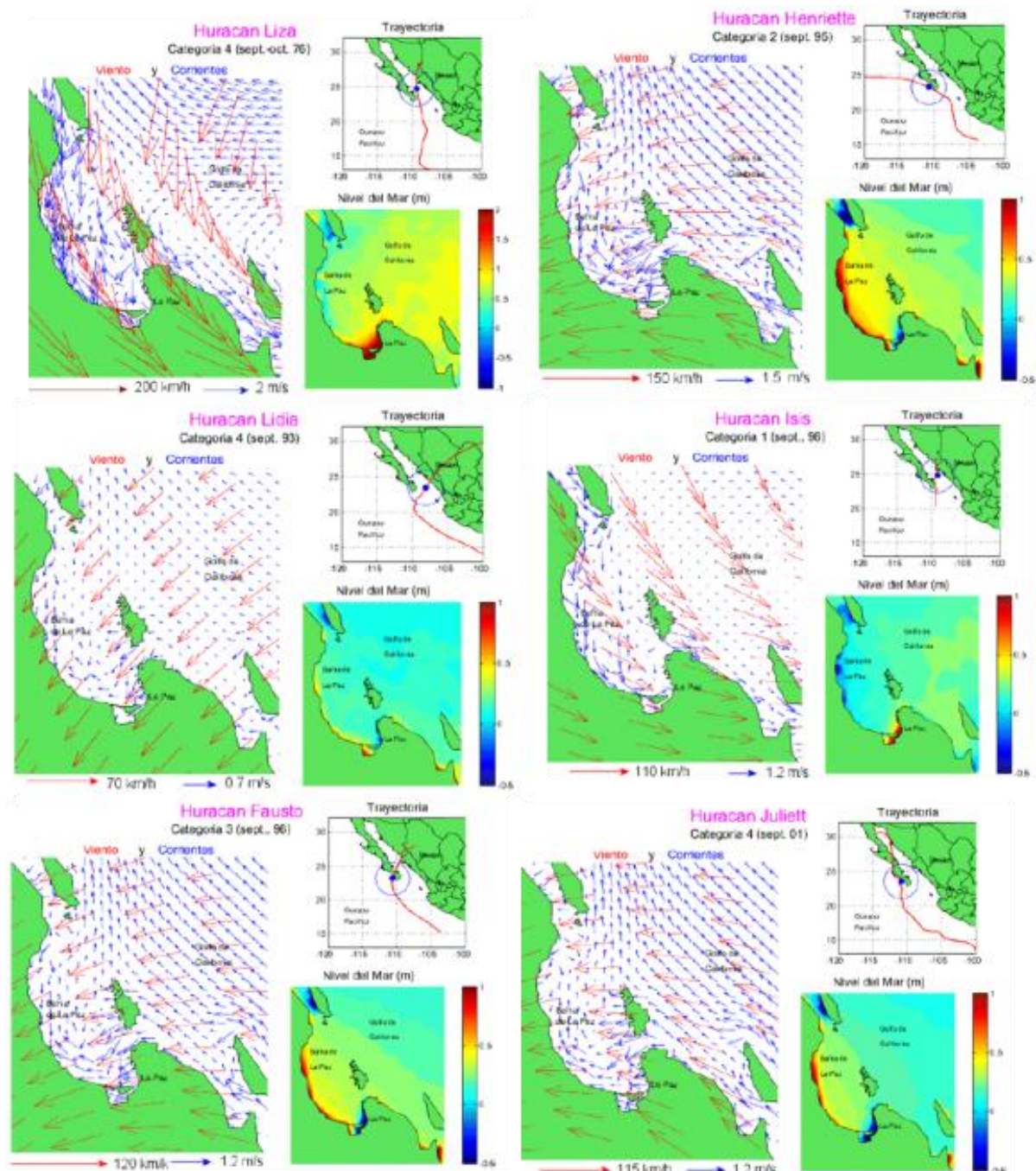


Figura IV.47. Sobre-elevación del nivel medio del mar y corrientes generados por huracanes en la Bahía de La Paz, B.C.S. (Tomado de Romero-Vadillo, 2003).

(a) *Sector occidental*

Las playas en este sector tiene un Fetch efectivo para oleaje del noreste, que produce oleaje menor a 0,30 m por lo que el momento generado por las masas de agua inducidas por los giros geostróficos en la Boca Grande la Bahía son el mecanismo iniciador del movimiento de arena en estas playas. Obeso-Nieblas (2003) y Torres-Alfaro (2010) coinciden en que el transporte litoral en esta zona se atribuye al carácter barotrópico de la marea.

(b) *Barra del Mogote*

La orientación este-oeste de la barra del Mogote favorece la incidencia de oleaje con un Fetch efectivo desde el cuadrante noroeste-noreste, con una contribución por arrastre desde el sector occidental de sedimentos finos en suspensión (Nava-Sánchez *et al.*, 1994 y Álvarez-Arellano *et al.*, 1997). Obeso-Nieblas (2003) caracterizó esta barra como una zona de bajo transporte litoral, con magnitudes de 1 a 40 m³día⁻¹ y promedio menor a 20 m³día⁻¹.

(c) *Sector oriental de la Bahía*

Este sector limita con el canal de navegación que conecta la ensenada con el Canal de San Lorenzo, la morfodinámica de las playas es diversa constituida principalmente de pequeños embahiamientos o playas de bolsillo, esteros y zonas de cantiles con pendientes mayores a 30°. El sector de Punta Prieta por ser una saliente rocosa presenta un estrán y berma del perfil de playa con enrocamiento de material de boleo dispuesto al azar en una pendiente típica 2:1 con material menor de 2 Kg de masa (**Figuras IV.48, IV.49 y IV.50**). Dado lo anterior, el perfil típico en esta zona es modificado en baja proporción por acción del oleaje, dado que éste es de baja energía, por lo que el efecto de ascenso y descenso del nivel por efecto de oleaje (*wave set up* y *set down*) no es suficiente para degradar el perfil en condiciones climáticas normales. De acuerdo con Elias *et al.* (2006), en ensenadas donde la acción de oleaje es de baja energía, los mecanismos responsables de transportar sedimento son la velocidad de corriente integrada a lo largo de la columna de agua, marea y menor proporción el factor tensor de viento. Asimismo Kamphuis (2000) señala que en costas con taludes compuestos de materiales no-cohesivos, la energía de oleaje se disipa y el material solo es transportado en sentido longitudinal, mientras que los sedimentos cohesivos son puestos en suspensión y arrastrados hacia aguas

profundas. A este respecto, el transporte litoral en la zona no se puede cuantificar a partir de los métodos establecidos para playas de arena.

En la zona de la ensenada Costa Baja, el movimiento a lo largo de la costa de material litoral se presenta en la zona de playa del complejo turístico bajo el mismo nombre, interrumpiéndose el transporte en la boca de la Marina, donde el mecanismo transportador se convierte la acción del flujo y reflujo de la marea hacia el centro y las fronteras de la ensenada con la Bahía de La Paz (**Figura IV.50**).



Figura IV.48. Línea de costa de Punta Prieta hacia muelle de descarga de PEMEX.



Figura IV.49. Línea de costa en zona de muelle de descarga de PEMEX.



Figura IV.50. Línea de costa frente al complejo turístico Costa Baja.

Masas de agua

La Bahía de La Paz, es una cuenca costera somera del Golfo de California que intercambia aguas de la capa de mezcla con el Golfo de California, predominantemente a través de La Boca Grande ubicada en la parte noreste de la Bahía. El Agua Superficial Ecuatorial (ASE) fluye del golfo a la Bahía. De acuerdo con Torres-Orozco (1993) en su clasificación de masas de agua del Golfo de California, los diagramas T-S de la Bahía de La Paz muestran únicamente tres masas de agua: Agua del Golfo de California (AGC; S a 35,00 ups, T a 12°C), Agua Superficial Ecuatorial (ASE; S < 35,00 ups, T a 18°C), Agua Subsuperficial Subtropical (ASS; 34,50 ups < S < 35,00 ups; 9 < T < 18°C).

En el invierno en la Bahía de La Paz se observa la presencia de tres masas de agua: 1) Agua del Golfo de California (AGC) altamente salina (S>35 ups) y con temperaturas entre 14 y 29°C localizada entre la superficie y los 250 m de profundidad; 2) Agua Superficial Ecuatorial (ASE) con salinidades menores a 35 ups y temperaturas mayores a los 18°C, localizada entre la superficie y los 100 m; y 3) Agua Subsuperficial Subtropical (ASsSt) con salinidades de 34,8 ups y temperaturas entre 12 y 17°C, localizada entre los 250 y los 300 m de profundidad. A finales de la primavera se han identificado AGC y ASE y durante el verano-otoño AGC, ASE y ASsSt.

Salinas-González *et al.* (2003), discute que la estructura termohalina profunda de la Bahía de La Paz se forma bajo un equilibrio anual entre los procesos atmosféricos y la interacción del agua con la región adyacente del Golfo de California. En verano el impacto atmosférico local provoca una estratificación intensa desde la superficie con gradientes verticales de temperatura de hasta 0,3 °Cm⁻¹ y un aumento de salinidad hasta de 0,4 ups (por la intensa evaporación). En el otoño la aguda mezcla vertical forma la capa superficial de mezcla hasta los 50 m. A profundidades mayores a los 150 m no se registran variaciones significativas en la temperatura, salinidad y densidad. El cuerpo de agua profunda tiene su propia inercia termohalina y se forma bajo la influencia de las aguas adyacentes, sin tener las características T-S del Agua del Golfo de California. La formación del agua de la Bahía se debe a la mezcla local profunda durante el invierno y por la influencia del Agua Subsuperficial Subtropical que entra al Golfo de California y que es de menor salinidad que la del propio golfo.

Distribución espacial de la temperatura superficial

Durante el invierno, la distribución espacial de temperatura exhibe un gradiente suave que se extiende de oeste a este y cubre la mayor parte de la Bahía. Al noreste, frente a la Boca Grande y, al este, frente a la Isla Espíritu Santo, se observan dos núcleos de agua más fría. En la parte occidental la temperatura alcanza los 21,5°C, mientras que en las partes noreste y este, las temperaturas son de 20°C y 20,5°C, respectivamente; las temperaturas hacia la parte sur de la Bahía se encuentran entre los 20,9 y los 21,1°C. La zona somera de la Bahía de La Paz (profundidad < a 50 m) recibe la influencia de las aguas que entran a través del Canal de San Lorenzo y del intercambio de agua con la ensenada. En el invierno, generalmente, existe poca variabilidad en la temperatura y se observa el agua completamente homogénea con una temperatura superficial de 20°C. De acuerdo con Hinojosa-Larios (2007), en la zona costera de la ciudad de La Paz durante el 2001 la temperatura superficial varió de 22°C a 24°C, mientras que en el 2002 la menor temperatura fue de 18 °C.

En la primavera la distribución horizontal de la temperatura superficial muestra un fuerte gradiente que se extiende del noroeste al sureste, entre Cabeza de Mechudo y la Isla Espíritu Santo. Al oeste, frente a Punta Las Tarabillas, se ubica un núcleo de aguas más frías que se extiende al sureste por la parte central de la Bahía. Las mayores temperaturas se encuentran en la parte noroeste (21,8°C), frente a Cabeza de Mechudo y las menores (20°C) en la zona frente a Punta Las Tarabillas. En la zona somera la distribución de temperatura es también muy homogénea y varía de los 28°C en la superficie a los 24°C a los 40 m de profundidad. La termoclina no puede apreciarse debido a que la columna de agua está ocupada en su totalidad por la capa de mezcla.

En el verano, la presencia de un núcleo de agua cálida (29°C en el centro), localizado casi al centro de la Bahía, es la característica más sobresaliente de la distribución de temperatura en esta estación del año. A partir de este núcleo, la temperatura disminuye en todas direcciones, encontrándose las más bajas en la parte sur de la Bahía. En la zona poco profunda de la Bahía la capa de mezcla ocupa toda la columna de agua; la temperatura superficial es de 27°C y disminuye a 25°C a los 30 m de profundidad.

En el otoño, la distribución de la temperatura superficial, muestra la presencia de un gradiente suave de sur a norte a lo largo de la parte central de la Bahía. Las temperaturas más bajas se encuentran en la Boca Grande y en la parte sureste de la Bahía. Las temperaturas más altas (27,5°C) se presentan en la parte central y las más bajas (26,7°C) al noroeste de La Lobera. La parte sur (somera) de la Bahía es ocupada en su totalidad por la capa de mezcla con una temperatura de 30°C.

Distribución espacial de salinidad

En forma general, la distribución horizontal de salinidad sigue la configuración de la temperatura, no varía mucho y casi no influye sobre el campo de densidad. La haloclina presenta profundidades mayores que la termoclina.

Durante el invierno muestra dos gradientes suaves que convergen hacia la parte central de la Bahía. Ambos gradientes se extienden hacia el centro de ésta. Las mayores salinidades se encuentran en la parte suroeste de la Bahía y en la Boca Grande, mientras que las menores se encuentran frente a Punta Coyote (35,30 ups) y en la parte central de la Bahía. Los valores fluctúan entre 35,31 y 35,39 ups (**Figura IV.51a**).

En la primavera la distribución es completamente diferente a la del invierno. En esta época se observan núcleos dispersos de aguas de salinidad baja y de salinidad alta. Las mayores salinidades se observan a lo largo de una franja que se extiende en dirección sureste noroeste (entre la Isla Espíritu Santo y Punta Cabeza de Mechudo). Los valores oscilan entre 35,27 y 35,40 ups. Esta distribución de salinidad indica que la capa de agua superficial se encuentra en proceso de mezcla por lo que la distribución es en forma de parches (**Figura IV.51b**).

En el verano la distribución superficial de salinidad presenta un núcleo de agua de mayor salinidad localizado en la parte central de la Bahía, rodeado de aguas de menor salinidad. A partir de este núcleo se observa que el gradiente es suave hacia el noroeste y más fuerte hacia el sureste, donde se encuentran las aguas de menor salinidad. Los valores varían de 35,50 ups en el centro del núcleo a 35,25 ups en la parte sureste de la Bahía (**Figura IV.51c**).

Finalmente, en el otoño la distribución superficial muestra dos núcleos de agua de menor salinidad, uno ubicado en la parte central y otro frente a Punta Cabeza de Mechudo. Así

mismo, se observa un núcleo de agua de salinidad ligeramente mayor localizado frente a Punta Las Tarabillas. Las mayores salinidades se encuentran hacia la parte occidental de la Bahía y las menores en la parte central, noroeste y sur; los valores oscilan entre 35,30 y 35,40 ups (**Figura IV.51d**).

Oxígeno disuelto

Durante la primavera la distribución vertical de oxígeno disuelto muestra valores altos hasta una profundidad aproximada de 20 m. La distribución y profundidad de la isolínea de los 5 ml l⁻¹ concuerda aproximadamente con la distribución y profundidad de la isoterma de los 20°C. La distribución de oxígeno se presenta más o menos estratificada, disminuyendo los valores conforme aumenta la profundidad. La distribución de las isolíneas de los 3,0 y 4,0 ml l⁻¹, corresponde más o menos con la distribución y profundidad de la termoclina. El mínimo valor de oxígeno disuelto (2,0 ml l⁻¹) se encontró en la parte central de la Bahía a una profundidad de 50 m (Villaseñor-Casales, 1976).

La distribución vertical de oxígeno muestra valores altos de 5,0 ml l⁻¹ en la capa de mezcla (0-20 m). La profundidad y distribución de la isolínea de los 5,0 ml l⁻¹ es consistente con la capa de mezcla. Los altos valores encontrados se debieron a oxigenación de las capas superficiales. Esta fue producida por la turbulencia provocada por los fuertes viento que se presentan en esta época del año.

En la ensenada de la Paz en los valores de oxígeno disuelto para la superficie y el fondo no se observa gradiente vertical alguno. Durante la época de primavera, se registran valores altos, cercanos a la saturación, y para el verano la concentración de oxígeno disuelto descende, lo cual puede estar relacionado con el aumento de temperatura en la columna de agua. Se puede decir que su distribución está fuertemente influenciada por agua de la Bahía de La Paz, ya que hay una intrusión de sus aguas con un contenido de O₂ entre 4,6 y 4,0 ml l⁻¹, que se inicia durante los meses de abril y mayo, y para agosto y septiembre llegan al interior de la ensenada (Cervantes-Duarte y Godínez, 1988).

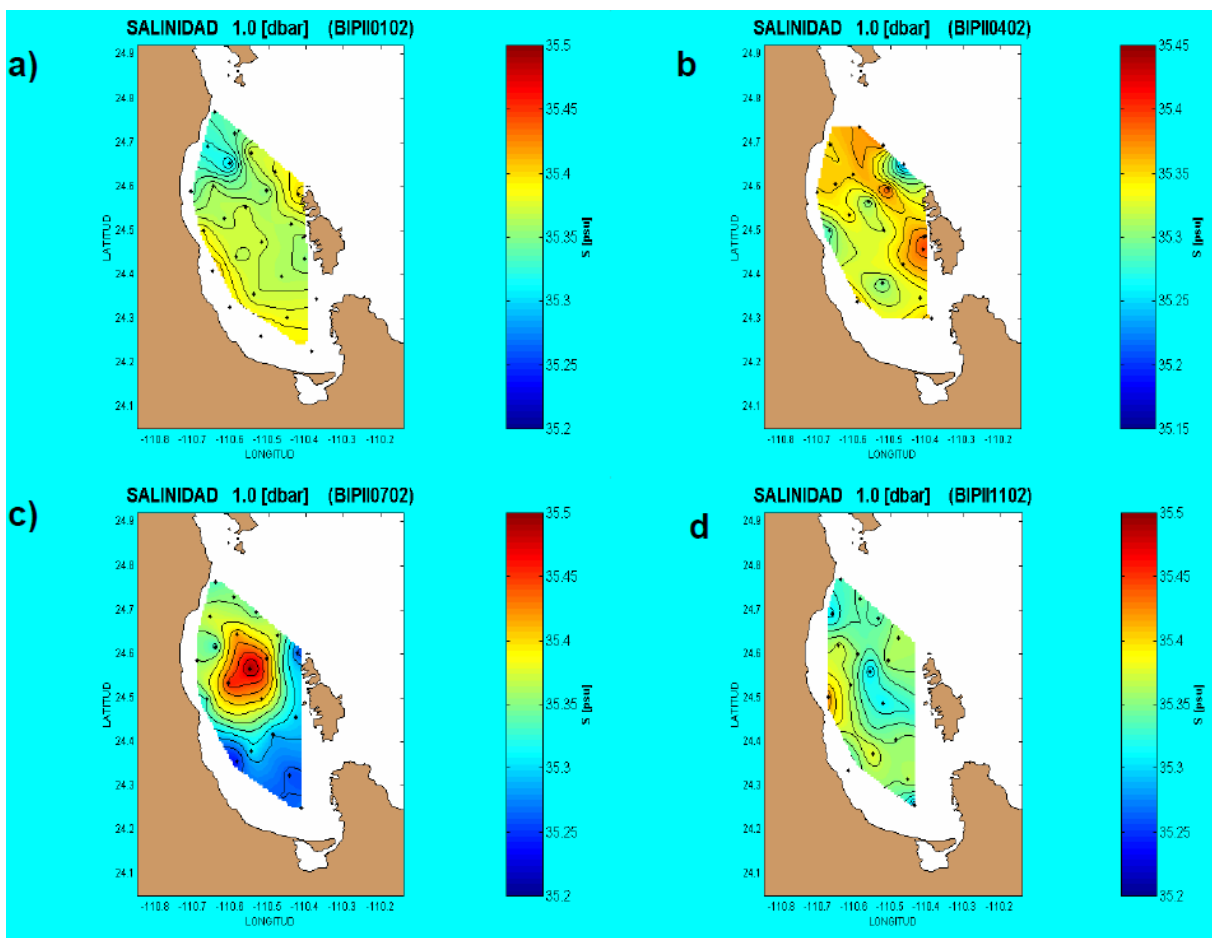


Figura IV.51. Distribución superficial de salinidad en la Bahía de La Paz:
a) invierno; b) primavera; c) verano y d) otoño.

Transparencia

La distribución espacial de la transparencia exhibe un gradiente a lo largo del eje longitudinal de la Bahía. Los valores más bajos (4-10 m) se presentan a finales del invierno y los más altos (10-26 m) en el otoño, con un gradiente más homogéneo en el intervalo de 21 a 25 m, sin embargo, se aprecian núcleos entre los 15 a 20 m en la parte sur de la Bahía. La menor transparencia se presenta durante la primavera debido a una mayor resuspensión de partículas y concentración de clorofila “a” y seston; en el verano se observa una homogenización de toda la Bahía con un intervalo entre 16 y 25 m, a excepción de la parte somera que presenta valores entre 5 y 15 m. Sin embargo, en esta época del año se presenta la mayor variabilidad, aparentemente relacionada con cambios meteorológicos. Esta variabilidad es parcialmente interpretada por la biomasa del fitoplancton y la influencia de los vientos dominantes.

Distribución espacial de nutrientes

En general los nitratos (NO_3) presentan una mayor variabilidad espacial mientras que los nitritos (NO_2), fosfatos (PO_4) y silicatos (SiO_2) tienen un comportamiento más uniforme. A finales del invierno, la distribución espacial de nitratos muestra que las concentraciones son mayores en la zona somera e intermedia de la Bahía con concentraciones por arriba de $3,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$, mientras que en la zona profunda oscilan entre $1,00$ y $3,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$. A principios de la primavera las concentraciones mayores se presentan cerca de las islas La partida y Espíritu Santo ($>3,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$). En las zonas intermedia y somera las concentraciones se encuentran entre $1,00$ y $3,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$. A finales de la primavera es evidente un cambio en la distribución de nitratos ya que estos se presentan muy uniformes en toda la Bahía. Las concentraciones van desde ND hasta $1,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$, excepto en la zona profunda (cercana a las islas), en la que se presentan valores entre $1,10$ y $1,50 \mu\text{g-at l}^{-1}$.

En el verano, la distribución espacial de NO_3 es muy uniforme en toda la Bahía. Las concentraciones oscilan entre ND y $1,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$. Observándose en la zona intermedia valores hasta de $3,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$. Finalmente, en el otoño las concentraciones aumentan en las tres zonas de la Bahía (somera, intermedia y profunda) con concentraciones en el intervalo de $1,00$ a $3,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$. Excepto en algunas zonas donde se presentan valores mayores a $3,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$.

La concentración de nitritos (NO_2) superficiales varían generalmente en un intervalo entre ND y $0,30 \mu\text{g-at l}^{-1}$. Observándose a finales del invierno las máximas concentraciones. Así mismo, la distribución espacial nos muestra que la zona profunda e intermedia de la Bahía presenta las máximas concentraciones las cuales varían entre $0,10$ y $0,30 \mu\text{g-at l}^{-1}$ y las mínimas (ND a $0,10 \mu\text{g-at l}^{-1}$) se localizan en la parte somera de la Bahía.

La distribución espacial de fosfatos es muy uniforme a lo largo del año, con concentraciones que oscilan entre $0,50$ y $1,50 \mu\text{g-at l}^{-1}$. Es posible observar que la zona intermedia presenta valores mayores a $1,50 \mu\text{g-at l}^{-1}$. Así mismo, en la zona somera se registran valores dentro del intervalo ND a $0,50 \mu\text{g-at l}^{-1}$.

La concentración de silicatos (SiO_2) presenta una diferencia espacial más notoria. En la mayor parte de la zona profunda se tienen concentraciones de $5,00$ a $10,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$. La zona intermedia es la que presenta una mayor variabilidad, observándose un gradiente frente a la isla Espíritu Santo con concentraciones que van desde ND hasta $10,00 \mu\text{g-at l}^{-1}$ encontrándose los valores más bajos en el centro y en la periferia los valores mayores a

10,00 $\mu\text{g-at l}^{-1}$. En la zona somera los valores fluctúan entre ND y 5,00 $\mu\text{g-at l}^{-1}$ cerca de la costa y se registra un incremento hacia la zona intermedia.

Clorofila

Lluch-Cota y Arias-Aréchiga (2000) sitúan a la Bahía de La Paz dentro de la región sur del Golfo, influenciada por los procesos oceanográficos que prevalecen en el Pacífico Oriental Tropical y a partir de sensores remotos señalan que los valores de clorofila alcanzan su máximo en invierno (0,56 mg m^{-3}) y el valor mínimo es inferior a 0,2 mg m^{-3} (Arias-Aréchiga, 1998). Este patrón de variación se asocia a los procesos de mezcla que ocurren en invierno y la estratificación en las zonas con profundidades mayores a 40 m en verano.

Durante el invierno la distribución superficial de la concentración de clorofila a muestra un gradiente de sureste a noroeste con concentraciones desde indetectadas hasta $>1,00 \text{ mgm}^{-3}$. En la zona profunda se encuentran concentraciones que oscilan entre 0,50 y 1,00 mg m^{-3} ; las mayores concentraciones en la zona intermedia se presentan frente a las islas y las menores hacia la línea de costa. En la zona somera las menores concentraciones (ND a 0,50 mg m^{-3}) se registraron frente a la ensenada de La Paz.

En la primavera las concentraciones de clorofila a varían entre 0,5 y 1,5 mg m^{-3} . La región intermedia de la Bahía presenta concentraciones entre 0,6 y 1,00 mg m^{-3} con un núcleo frente a las islas que presenta concentraciones hasta de 1,50 mg m^{-3} . A lo largo de la costa occidental y frente a la península de Pichilingue (en la zona intercambio con la ensenada de La Paz), las concentraciones se encuentran entre 0,60 y 1,00 mg m^{-3} .

Para el verano se observa que la Bahía presenta una homogenización total en la concentración superficial de Cla la cual se encuentra en concentraciones desde indetectable hasta 0,5 mg m^{-3} . Concentraciones altas hasta de 1,90 mg m^{-3} se presentan frente a la ensenada de La Paz y en la zona profunda del lado de las islas. Durante el otoño la homogeneidad es aún mayor que durante el verano con concentraciones de Cla menores de 0,5 mg m^{-3} .

La Bahía de La Paz muestra un patrón estacional de clorofila total, fraccionada e integrada y el dominio del nanofitoplancton no se restringe a un período en particular (Signoret y Santoyo, 1980; Lavaniegos y López-Cortéz, 1997). La Bahía presenta concentraciones de clorofila integrada de 0 a 25 m propias de condiciones oligotróficas ($< 10 \text{ mg Cla m}^{-2}$) durante el verano y condiciones mesotróficas (90 Cla m^{-2}) el resto del año. Sin embargo en el seston

no es posible observar un patrón definido, registrándose la máxima concentración en la primavera y la mínima en el otoño ($0,24 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$).

Productividad primaria

La productividad primaria promedio muestra una tendencia estacional con valores máximos a finales del invierno ($16,02 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$) para después descender hasta llegar a un mínimo a finales del verano ($2,17 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$). En el otoño se incrementa de nuevo ($5,39 \text{ mgCm}^{-3} \text{ h}^{-1}$).

Durante la primavera, los perfiles verticales de productividad muestran valores máximos que oscilan entre 10 y $20 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ a una profundidad entre 8 y 16 m , los valores más altos y menos profundos se presentan en la parte oriental de la Bahía. A finales del verano la productividad primaria disminuye considerablemente con valores máximos entre 2 y $3 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ a una profundidad de 25 a 35 m . El comportamiento es muy uniforme en toda la Bahía, por lo que la variabilidad espacial es poca. En el otoño, la productividad primaria comienza a incrementarse nuevamente, encontrándose valores máximos de $7 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ a una profundidad de 43 m .

Los valores mensuales de la productividad primaria superficial y la productividad primaria integrada no presentan diferencias significativas, lo cual confirma que la Bahía sostiene una alta productividad comparada con el Golfo de California o el Océano Pacífico. Bajo este contexto la Bahía de La Paz puede ser considerada como una zona con elevada productividad fitoplanctónica con un marcado ciclo estacional de latitudes templadas.

Durante la primavera al iniciarse la estratificación de la columna de agua se observan los mayores valores promedio de NO_3 ($3,61 \mu\text{g-at l}^{-1}$), PO_4 ($0,92 \mu\text{g-at l}^{-1}$), SiO_2 ($30,33 \mu\text{g-at l}^{-1}$), Cla ($0,89 \text{ mg m}^{-3}$), seston ($0,69 \text{ g m}^{-3}$), productividad primaria superficial ($16,02 \text{ mg C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) y productividad primaria integrada ($137,75 \text{ mg C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$).

En el verano se registra la mayor temperatura superficial ($30,47^\circ\text{C}$) y se observa una fuerte estratificación de la columna de agua ϕ ($249\text{-}347 \text{ Jm}^{-3}$) que promueve condiciones oligotróficas, con concentraciones de NO_3 de $0,25 \mu\text{g-at l}^{-1}$ en el verano, PO_4 de $0,38 \mu\text{g-at l}^{-1}$, SiO_2 de $1,89 \mu\text{g-at l}^{-1}$ y Cla de $0,04 \text{ mg m}^{-3}$. Los valores mínimos de seston ($0,24 \text{ g m}^{-3}$) se registran en el otoño y los valores mínimos de productividad primaria superficial e integrada se presentan a finales del verano ($2,17 \text{ mgCm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) y ($66,09 \text{ mgC m}^{-2} \text{ h}^{-1}$), respectivamente.

IV.2.2 Medio Biótico

a) Vegetación

Vegetación terrestre

Provincia florística

En el contexto nacional, la posición geográfica del área de estudio se localiza hacia el sur de la península de Baja California en el noroeste de México. De acuerdo con Rzedowski (2006), florísticamente esta región de México corresponde casi en su totalidad con los límites de la provincia florística Baja California, que se reconoce como una región del país de alta peculiaridad dada su diversidad vegetal, variantes climáticas y su grado de aislamiento geográfico. A su vez, esta provincia forma parte de la Región Xerofítica Mexicana, que geográficamente abarca todas las superficies áridas y semi-áridas del norte y centro del país. La regionalización florística propuesta por Rzedowski para nuestra área, resulta consistente con la teoría establecida recientemente por Riddle et al. (2000), quienes proponen que el tradicional esquema de regionalización de la biota de la península (por ejemplo Shreve 1964) debe ser modificado, reconociendo al desierto peninsular de Baja California, como distinto de la parte continental del Desierto Sonorense.

Por su parte, es importante mencionar que una pequeña porción disyunta de la Región Pacífica-Norteamericana se localiza en las cercanías de nuestra Área de estudio, en las montañas del llamado cabo peninsular, esta región reconocida por Rzedowski en su esquema de regiones florísticas, sin embargo carece de definición en el nivel de provincia florística. Por lo anterior, resulta conveniente utilizar el esquema fitogeográfico tradicional de la península, reconociendo a la región montañosa del extremo sur de la península con clima de afinidad tropical y templada como Región del Cabo (Daniel 1997). Tanto la provincia florística bajacaliforniana como la región Xerofítica Mexicana son áreas cuyos elementos vegetales dominantes corresponden al Reino Neotropical, mientras que los elementos de la región Pacífica-Norteamericana pertenecen al Reino Holártico (Rzedowski 2006).

Tipos de vegetación y Asociaciones vegetales

Para la descripción de las asociaciones vegetales se realizaron transectos de 10 m de ancho por 100 de largo (1000 m² totales), en los que se registró cada individuo de la vegetación perenne, se midió su altura y dos diámetros de cobertura. Con la información de cada

muestreo se obtuvieron los siguientes atributos, que se muestran en los cuadros de resultados por localidad según cada columna: Especie, Forma de Vida, Altura promedio, Cobertura de copa acumulada, Abundancia relativa y Cobertura relativa de cada especie. Además de lo anterior se calculó un índice de valor de importancia (I.V.I.) obtenido de la suma de valores de la abundancia y cobertura relativas, por lo que el valor de este índice podría ser de hasta 200 puntos máximos. Por otra parte se consultó la información que muestra la carta de Uso de Suelo y Vegetación “La Paz” (G12-10-11, esc. 1:250 000, INEGI Serie IV), que menciona que el tipo de vegetación presente en el predio del Proyecto es de matorral xerófilo (sarcocaula) (**Plano 8 del Anexo 2**). Otros tipos de vegetación que se pueden encontrar en la región de estudio según esta fuente son: bosque tropical seco (selva baja caducifolia) que se establece sobre las laderas de las sierras de Las Cacachilas, El Novillo y las estribaciones de la sierra de La Laguna (porción sur-sureste del área de estudio); bosque de encinos en algunas cimas mayores a 1000 m de altitud sobre el nivel del mar de las mismas formaciones montañas; así como formaciones de distribución focalizada como la vegetación costera representada por manglar, vegetación de dunas costeras y vegetación halófila, todas localizadas en la vertiente norte del Área de Estudio en las caletas de la bahía y ensenada de La Paz (porción norte), además de variaciones del matorral xerófilo como mezquitales o vegetación de galería que se establecen sobre los cauces de arroyos y algunas cañadas distribuidas en toda el Área de Estudio.

A continuación se presentan los resultados de los muestreos realizados para caracterizar la cubierta vegetal de la región, según los principales tipos de vegetación encontrados, concretamente variaciones del matorral xerófilo y asociaciones de bosque tropical seco, bosque de encino, manglar y vegetación de dunas costeras.

Matorral xerófilo

El matorral xerófilo es el tipo de vegetación característico de las regiones áridas de México (Rzedowski 2006), se caracteriza por formar agrupaciones de porte arbustivo, aunque su composición, fisonomía y cobertura es muy variable y depende de las condiciones edáficas y climáticas en las que se encuentre (Shreve 1964, Rzedowski 2006). En particular en el Área de Estudio se encontraron las siguientes variaciones de este tipo de vegetación.

Asociación *Jatropha cinerea-Fouquieria diguetii*

Esta asociación se registró dentro del predio del Proyecto. Se caracteriza por la dominancia de elementos sarcocaulales, que son plantas adaptadas a las condiciones de aridez, en los cuales los tallos adquieren un aspecto engrosado por su capacidad de almacenar agua en el tejido leñoso de tallos. Para el caso del predio del Proyecto la vegetación se distribuye de manera estratificada, siendo dominante y relativamente denso un estrato arbustivo entre 0.5 y hasta 3.0 m de altura, en este estrato se encuentra como especie dominante el lomboy (*Jatropha cinerea*) acompañada por diversas especies entre las que sobresale por su abundancia la cholla (*Cylindropuntia cholla*), así como otras especies comunes entre ellas la pitahaya agria (*Stenocereus gummosus*), la frutilla (*Lycium megacarpum*) y la mariola (*Solanum hindsianum*). También se puede apreciar en esta asociación un estrato semi-arbóreo mayor a los 3 m de altura en donde la especie dominante es el palo Adán (*Fouquieria diguetii*). Finalmente un estrato bajo menor de los 0,50 m de altura se compone de algunas especies de cactus cespitosos entre los cuales destacan por su abundancia la biznaga (*Ferocactus townsendianus*) y una especie de viejito o pitahayita (*Mammillaria armillata*) cuya variabilidad morfológica hace pensar que se trata de un taxón no descrito de categoría infra-específica. En la **Tabla IV.15** se muestran los datos de campo registrados en el muestreo del predio del Proyecto.

En el Área de Estudio, la distribución del matorral sarcocaulale (representada por esta asociación florística), abarca toda la franja de transición entre las regiones fitogeográficas del Desierto peninsular y la Región del Cabo, siendo común en los terrenos llanos y algunos lomeríos hacia el sur y oeste del Área de Estudio alternando la dominancia de las especies entre el lomboy (*Jatropha cinerea*), el palo Adán (*Fouquieria diguetii*), el ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*) y especies del género *Bursera* (copales y torotes), todos estos elementos sarcocaulales. Una formación característica de este tipo de matorral se puede observar en la barra arenosa de El Mogote, en donde se establece sobre dunas estabilizadas y el hábito de crecimiento de las especies dominantes (como el ciruelo y la rama prieta) se vuelve concéntrico y achaparrado. Esta fisonomía del matorral es frecuente en formaciones de dunas costeras que están protegidas de los efectos físicos costeros (como el azote de viento, la subida de mareas altas y la brisa marina o salt-spray).

Asociación *Caesalpinia placida-Echinocereus brandegeei*

Este tipo de asociación se corresponde al matorral sarcocrasicaule, en el que a diferencia del sarcocaul, la dominancia de los elementos se comparte entre especies sarcocaul y crasicaules. Los individuos crasicaules también poseen la capacidad de retener o almacenar agua, pero en un tejido parenquimatoso tanto en hojas (como en el género *Agave*) como en tallos (como en la familia *Cactaceae*) y no en el tejido leñoso como en las especies sarcocaul. Este tipo de matorral muestra dos estratos evidentes, el de mayor densidad es un estrato arbustivo que oscila entre 1 y 2,5 m de altura que para el caso del muestreo que ejemplifica este tipo de matorral, se registró como especie dominante al palo estaca (*Caesalpinia placida*), acompañada por el palo Adán blanco (*Fouquieria burragei*), la pitahaya agria (*Stenocereus gummosus*), la choya (*Cylindropuntia cholla*) y la matacóra (*Jatropha cuneata*); el segundo corresponde a un estrato bajo, menor de los 50 cm de altura, en el que se encontraron numerosos individuos de cactus cespitosos entre ellos la dominante casa de rata (*Echinocereus brandegeei*), además de algunas especies de viejito o pitahayita (*Mammillaria dioica*, *M. fraileana*, *M. petrophila* subsp. *arida*, *Cohemiea poselgeri*) y la cholla clavelina (*Cylindropuntia alcahes*), entre otras (**Tabla IV.16**). Esta variante del matorral xerófilo se establece principalmente sobre lomeríos y mesas de sustrato riolítico hacia el Norte-Noreste de La Paz.

Tabla IV.15. Matorral xerófilo (sarcocaula), asociación *Jatropha cinerea-Fouquieria diguetii*.

Localidad: Predio del Proyecto. Zona con perturbación ligera, 1-Enero 2013							
Riqueza de especies = 23							
Individuos totales = 193							
Cobertura de la vegetación (copa) = 78.42%							
Superficie de muestreo: 1000m ² . Inicio 24.201290°N, -110.257199°W							
	Especie	No. de individuos	Altura promedio (m)	Cobertura acumulada (m ²)	Abundancia relativa (Ar) (%)	Cobertura relativa (Cr) (%)	IVI (Ar+Cr)
Estrato semi-arboreo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	3	4.60	100.20	1.55	12.77	14.33
	<i>Prosopis articulata</i>	5	4.24	67.02	2.59	8.54	11.13
	<i>Fouquieria diguetii</i>	14	3.22	147.53	7.25	18.81	26.06
Estrato arbustivo	<i>Ebenopsis confinis</i>	1	2.70	12.86	0.51	1.64	2.15
	<i>Jatropha cinerea</i>	48	2.69	270.60	24.87	34.50	59.37
	<i>Adelia virgata</i>	5	2.66	27.10	2.59	3.45	6.04
	<i>Bursera microphylla</i>	3	2.53	23.07	1.55	2.94	4.49
	<i>Solanum hindsianum</i>	7	2.10	15.00	3.62	1.91	5.54
	<i>Stenocercus gummosus</i>	8	1.68	40.30	4.14	5.13	9.28
	<i>Castela peninsularis</i>	6	1.53	16.36	3.10	2.08	5.19
	<i>Lycium megacarpum</i>	8	1.52	29.30	4.14	3.73	7.88
	<i>Melochia speciosa</i>	2	1.35	5.20	1.03	0.66	1.70
	<i>Colubrina viridis</i>	2	1.30	4.07	1.03	0.51	1.55
	<i>Pachycereus pringlei</i>	4	1.20	0.048	2.07	0.006	2.07
	<i>Cylindropuntia cholla</i>	34	1.18	21.57	17.61	2.75	20.36
	<i>Caesalpinia arenosa</i>	1	1.10	0.42	0.51	0.05	0.57
	<i>Xilothamnia difussa</i>	1	0.90	0.43	0.51	0.05	0.57
	<i>Hibiscus denudatus</i>	5	0.78	0.90	2.59	0.11	2.70
Estrato herbáceo o cespitoso	<i>Ferocactus townsendianus</i>	11	0.34	0.57	5.69	0.07	5.77
	<i>Mammillaria armillata</i>	15	0.19	0.15	7.77	0.02	7.79
	<i>Cochemiea poselgeri</i>	4	0.18	1.33	2.07	0.17	2.24
	<i>Mammillaria capensis</i>	2	0.17	0.01	1.03	0.001	1.03
	<i>Matelea cordifolia</i>	4	0.14	0.10	2.07	0.01	2.08
Totales:		193		784.26	100	100	200

Tabla IV.16. Matorral xerófilo (sarcocrasicaule), asociación *Caesalpinia placida-Echinocereus brandegeei*.

Ca. Rancho La Victoria. Lomerío riolítico al oeste de la cuenca del arroyo El Coyote, 1-Enero 2013							
Riqueza de especies = 22							
Individuos totales = 424							
Cobertura de la vegetación (copa). = 48.45%							
Superficie de muestreo: 1000m ² Inicio							
	Especie	No. de individuos	Altura promedio (m)	Cobertura acumulada (m ²)	Abundancia relativa (Ar) (%)	Cobertura relativa (Cr) (%)	IVI (Ar+Cr)
Estrato semi-arboreo	<i>Pachycereus pringlei</i>	10	3.15	1.58	2.36	0.33	2.69
	<i>Bursera odorata</i>	1	2.20	6.03	0.24	1.24	1.48
Estrato arbustivo	<i>Capparis atamisquea</i>	1	1.90	2.14	0.24	0.44	0.68
	<i>Fouquieria burragei</i>	14	1.75	56.63	3.30	11.69	14.99
	<i>Prosopis articulata</i>	5	1.64	10.81	1.18	2.23	3.41
	<i>Stenocereus thurberii</i>	2	1.35	0.87	0.47	0.18	0.65
	<i>Stenocereus gummosus</i>	10	1.03	38.11	2.36	7.86	10.22
	<i>Caesalpinia placida</i>	179	1.02	296.32	42.22	61.15	103.37
	<i>Lycium megacarpum</i>	1	1.00	0.57	0.24	0.12	0.35
	<i>Jatropha cuneata</i>	14	0.94	15.36	3.30	3.17	6.47
	<i>Bursera microphylla</i>	1	0.90	2.27	0.24	0.47	0.70
	<i>Cylindropuntia choya</i>	17	0.84	16.33	4.01	3.37	7.38
	<i>Opuntia tapona</i>	5	0.68	4.41	1.18	0.91	2.09
	<i>Cylindropuntia alcahes</i>	15	0.47	5.67	3.54	1.17	4.71
Estrato herbáceo o cespitoso	<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	3	0.43	0.68	0.71	0.14	0.85
	<i>Agave sobria ssp roseana</i>	2	0.38	0.95	0.47	0.20	0.67
	<i>Mammillaria petrophila</i>	4	0.21	0.42	0.95	0.09	1.03
	<i>Echinocereus brandegei</i>	90	0.21	24.68	21.23	5.09	26.32
	<i>Cochemia poselgeri</i>	2	0.19	0.40	0.47	0.08	0.55
	<i>Mammillaria schumanii</i>	3	0.10	0.05	0.71	0.01	0.72
	<i>Mammillaria fraileana</i>	10	0.09	0.10	2.36	0.02	2.38
	<i>Mammillaria dioica</i>	35	0.09	0.22	8.25	0.04	8.30
	Totales:	424		484.58	100	100	200

Bosque tropical seco

De manera general, en México, este tipo de vegetación se establece sobre laderas de formaciones montañosas de clima con afinidad tropical, sus asociaciones se caracterizan por la presencia de plantas que pierden sus hojas durante la época seca del año (entre 6 y 8 meses) y forman una cubierta arbórea densa. Aunque no existen especies dominantes que definan este tipo de vegetación, como sucede en otras formaciones boscosas, se puede decir que en general son abundantes los elementos de las familias Fabaceae y Burseraceae, por lo que se ha asociado la aparición de este tipo de vegetación con la evolución de ciertos linajes evolutivos de estos elementos, particularmente del género *Bursera* (Becerra 2005). En la península de Baja California, este tipo de vegetación encuentra su mejor expresión sobre las serranías del cabo peninsular, aunque también se le puede encontrar en algunos cañones de las sierras del centro de la península como La Giganta, Guadalupe y San Francisco. Por lo anterior, las formaciones de bosque tropical seco son objeto de interés desde el punto de vista de la conservación; su diversidad y riqueza, así como el valor útil de sus elementos, la hacen una vegetación de alta relevancia para la región.

Asociación *Jatropha cinerea-Mimosa brandegeei*

Esta asociación se registró en las estribaciones del norte de la sierra de La Laguna, se caracteriza por la formación de un estrato arbustivo de entre 1 y 3 m de altura, muy denso, dominado por el lomboy (*Jatropha cinerea*), la uña de gato (*Mimosa brandegeei*) y la celosa (*Mimosa xantii*). Un segundo estrato arbóreo entre 3 y 5 m de alto puede ser dominado de manera alternada por especies de leguminosas como el mauto (*Lysiloma microphyllum*), el palo zorrillo (*Senna atomaria*) e incluso por el huinolo (*Acacia cymbispina*), en este estrato también hay una participación importante de cactáceas como la pitahaya dulce (*Stenocereus thurberi*) y el cardón barbón (*Pachycereus pecten-aboriginum*) y de otros elementos como el palo amarillo (*Esenbeckia flava*), el torote (*Bursera* spp), el palo Adán (*Fouquieria diguetii*), la cacachila (*Karwinskia humboldtiana*) y la crucilla (*Randia obcordata*). Finalmente un estrato bajo (menor a los 50 cm de altura) se puede formar con algunas especies perennes como cactus cespitosos y hierbas, aunque por lo general este estrato se forma por especies anuales. En la **Tabla IV.17** se muestran los datos de campo registrados en una localidad con esta asociación. La distribución de las asociaciones de bosque tropical seco en el Área de Estudio abarca las laderas de las sierras Cacachilas y de La Laguna, generalmente en altitudes entre los 300 y los 1000 msnm.

Tabla IV.17. Bosque tropical seco, asociación *Jatropha cinerea-Mimosa brandegeei*.

El Rosario. Estribaciones del norte, Sierra de la Laguna, sitio con perturbación ligera por actividades de ganadería, 01 febrero 2013 Riqueza de especies = 28 Individuos totales = 247 Cobertura de la vegetación (copa). = 114.57% Superficie de muestreo: 1000m2 Inicio							
	Especie	Número de individuos	Altura promedio	Cobertura acumulada	Abundancia relativa (Ar)	Cobertura Relativa (Cr)	IVI (Ar+Cr)
Estrato arbóreo	<i>Prosopis articulata</i>	1	5.70	1.26	0.40	0.11	0.51
	<i>Esenbeckia flava</i>	2	4.95	31.38	0.81	2.74	3.55
	<i>Bursera odorata</i>	2	4.45	36.16	0.81	3.16	3.97
	<i>Stenocereus thurberii</i>	12	4.43	63.54	4.86	5.55	10.40
	<i>Acacia farnesiana</i>	1	4.30	23.73	0.40	2.07	2.48
	<i>Erithryna flabelliformis</i>	3	4.17	12.60	1.21	1.10	2.31
	<i>Lysiloma microphyllum</i>	11	3.95	177.14	4.45	15.46	19.91
	<i>Randia obcordata</i>	6	3.77	24.79	2.43	2.16	4.59
	<i>Exogonium ebracteatum</i>	1	3.70	0.57	0.40	0.05	0.45
	<i>Colubrina viridis</i>	4	3.60	35.23	1.62	3.08	4.69
	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1	3.50	14.18	0.40	1.24	1.64
	<i>Fouquieria diguetii</i>	7	3.49	57.69	2.83	5.03	7.87
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	12	3.41	37.58	4.86	3.28	8.14
	<i>Janusia californica</i>	1	3.40	0.42	0.40	0.04	0.44
	<i>Acacia cymbispina</i>	1	3.30	2.14	0.40	0.19	0.59
Estrato arbustivo	<i>Mimosa brandegeei</i>	44	2.99	179.09	17.81	15.63	33.44
	<i>Jatropha cinerea</i>	48	2.85	310.42	19.43	27.09	46.53
	<i>Tecoma stans</i>	14	2.10	26.25	5.67	2.29	7.96
	<i>Malpighia diversifolia</i>	6	1.98	32.92	2.43	2.87	5.30
	<i>Melochia tomentosa</i>	5	1.74	2.05	2.02	0.18	2.20
	<i>Mimosa xantii</i>	42	1.50	71.68	17.00	6.26	23.26
	<i>Lantana camara</i>	1	1.50	0.33	0.40	0.03	0.43
	<i>Durandina repens</i>	1	1.40	0.86	0.40	0.08	0.48
	<i>Indigofera suffucosa</i>	12	1.16	2.75	4.86	0.24	5.10
	<i>Ferocactus townsendianus</i>	1	0.80	0.07	0.40	0.01	0.41
Estrato herbáceo	<i>Cylindropuntia cholla</i>	5	0.50	0.82	2.02	0.07	2.10
	<i>Pereskiaopsis porterii</i>	1	0.50	0.08	0.40	0.01	0.41
	<i>Benthamantha sp</i>	2	0.35	0.05	0.81	0.00	0.81
Totales:		247		1145.78	100	100	

Bosque de encinos

El Bosque de encinos es una agrupación vegetal que se establece en zonas montañosas de México, aunque su afinidad climática es templada, los encinares o bosque de *Quercus* (como también se le denomina a este tipo de vegetación) y se pueden encontrar en climas húmedos y semiáridos (Rzedowski 2006). Como su nombre lo indica la especie o especies predominantes en esta formación corresponden a integrantes del género *Quercus* (Fagaceae). Las asociaciones de encinares son de porte arbóreo, aunque en el Noroeste de la península de Baja California las existen de porte arbustivo en el denominado chaparral que se establece en la zona mediterránea de esta región mexicana. Para nuestro caso, la especie dominante en el Área de Estudio corresponde a *Quercus tuberculata* y los bosquetes que forman se pueden encontrar en las cimas más altas de la Sierra de las Cacachilas en el este del Área de Estudio (hacia el este de La Paz).

Asociación *Jatropha cinerea-Quercus tuberculata*

Esta asociación corresponde a una fase secundaria del bosque de encinos de la Sierra de las Cacachilas, se caracteriza por la presencia de numerosos elementos del bosque tropical seco que se agregan al elenco del bosque de encinos propiamente formando una transición ecotonal, dentro de la cual sin embargo, es posible identificar una arbolada dispersa (estrato arbóreo mayor a 4 m de altura) dominada por el encino roble (*Q. tuberculata*) acompañada por individuos de ocote (*Gochnatia arborescens*) y palo amarillo (*Esenbeckia flava*). Un estrato arbustivo (altura entre 0.60 y 3 m) muy diverso y relativamente denso es dominado por dos especies de lomboy, siendo el más importante el lomboy blanco (*Jatropha cinerea*) y es acompañado por otras especies como el lomboy rojo (*Jatropha vernicosa*), el palo colorado (*Colubrina viridis*), el añil (*Indigofera suffruticosa*), el agave o mezcal (*Agave aurea* y *A. promontorii*), el tabardillo (*Calliandra californica*), el torote rojo (*Bursera microphylla*) y el chilicote (*Erythrina flabelliformis*). Finalmente un estrato ralo cespitoso (menor de 40 cm de alto), se compone principalmente por especies de cactus como la biznaga, las pitahayitas o viejitos (*Mammillaria* spp, *Cochemia poselgerii*) y nopales (*Opuntia* spp) (**Tabla IV.18**).

Tabla IV.18. Bosque de encinos, asociación *Jatropha cinerea-Quercus tuberculata*.

Ladera cerca de la cima de la Sierra de las Cacachilas. Puerto de los soldados, 31 enero 2013 Riqueza de especies = 48 Individuos totales = 228 Cobertura de la vegetación (copa). = 41.26% 1000m²							
	Especie	Número de individuos	Altura promedio	Cobertura acumulada	Abundancia Relativa (Ar)	Cobertura Relativa (Cr)	IVI (Ar+Cr)
	<i>Quercus tuberculata</i>	4	4.95	69.11	1.75	16.75	18.50
	<i>Esenbeckia flava</i>	1	4.20	13.48	0.44	3.27	3.71
	<i>Erythrina flabelliformis</i>	5	2.96	16.71	2.19	4.05	6.24
	<i>Ambrosia arborescens</i>	2	2.60	6.64	0.88	1.61	2.49
	<i>Bursera microphylla</i>	5	2.56	15.71	2.19	3.81	6.00
	<i>Randia megacarpa</i>	1	2.50	6.53	0.44	1.58	2.02
	<i>Plumeria acutifolia</i>	1	2.50	1.53	0.44	0.37	0.81
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1	2.50	0.01	0.44	0.00	0.44
	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1	2.30	7.06	0.44	1.71	2.15
	<i>Polygala apopetala</i>	1	2.30	3.79	0.44	0.92	1.36
	<i>Aeschynomene vigil</i>	1	2.20	3.96	0.44	0.96	1.40
	<i>Acacia goldmanii</i>	9	2.08	18.32	3.95	4.44	8.39
	<i>Jatropha cinerea</i>	23	2.06	76.10	10.09	18.44	28.53
	<i>Colubrina viridis</i>	10	1.92	25.13	4.39	6.09	10.48
	<i>Castela peninsularis</i>	1	1.90	0.63	0.44	0.15	0.59
	<i>Gochnatia arborescens</i>	1	1.80	2.54	0.44	0.61	1.05
	<i>Jatropha vernicosa</i>	18	1.75	40.01	7.89	9.70	17.59
	<i>Euphorbia hindsiana</i>	3	1.67	5.54	1.32	1.34	2.66
	<i>Mimosa brandegeei</i>	4	1.60	5.87	1.75	1.42	3.18
	<i>Euphorbia californica</i>	2	1.55	3.69	0.88	0.89	1.77
	<i>Solanum hindsianum</i>	5	1.50	2.17	2.19	0.53	2.72
	<i>Euphorbia xantii</i>	1	1.50	2.47	0.44	0.60	1.04
	<i>Bernardia mexicana</i>	4	1.48	4.45	1.75	1.08	2.83
	<i>Croton boregensis</i>	11	1.47	7.22	4.82	1.75	6.57
	<i>Bursera epinnata</i>	4	1.40	10.86	1.75	2.63	4.39
	<i>Caesalpinia pannosa</i>	1	1.20	1.32	0.44	0.32	0.76
	<i>Mimosa xantii</i>	2	1.15	1.71	0.88	0.41	1.29
	<i>Phyllanthus galeotianus</i>	1	1.10	0.64	0.44	0.15	0.59
	<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	1	1.00	0.24	0.44	0.06	0.50
	<i>Verbesina erosa</i>	1	1.00	0.20	0.44	0.05	0.49
	<i>Agave promontori</i>	3	0.97	2.76	1.32	0.67	1.99
	<i>Agave aurea</i>	10	0.96	15.82	4.39	3.83	8.22
	<i>Calliandra californica</i>	14	0.94	7.26	6.14	1.76	7.90
	<i>Bahiopsis deltoidea</i>	6	0.93	1.98	2.63	0.48	3.11
	<i>Ambrosia ambrosioides</i>	1	0.90	0.09	0.44	0.02	0.46
	<i>Indigofera suffruticosa</i>	16	0.86	9.82	7.02	2.38	9.40
	<i>Salvia similis</i>	12	0.83	4.13	5.26	1.00	6.26

	<i>Ayenia compacta</i>	2	0.80	0.61	0.88	0.15	1.03
	<i>Cylindropuntia cholla</i>	1	0.80	0.49	0.44	0.12	0.56
	<i>Cardiospermum corindum</i>	3	0.77	2.14	1.32	0.52	1.83
	<i>Opuntia bravoana</i>	4	0.75	8.58	1.75	2.08	3.83
	<i>Hechtia montana</i>	11	0.58	4.59	4.82	1.11	5.94
	<i>Ferocactus townsendianus</i>	1	0.45	0.10	0.44	0.02	0.46
	<i>Opuntia tapona</i>	4	0.30	0.28	1.75	0.07	1.82
	<i>Cochemiea poselgerii</i>	1	0.30	0.06	0.44	0.02	0.45
	<i>Opuntia pusilla</i>	1	0.30	0.01	0.44	0.00	0.44
	<i>Mammillaria pitahuaina</i>	1	0.12	0.01	0.44	0.00	0.44
	<i>Mammillaria petrophila</i>	12	0.10	0.22	5.26	0.05	5.32
Totales:		228		412.61	100	100	200

Otros tipos de vegetación

Otras formaciones vegetales se pueden identificar en el Área de Estudio son la vegetación de dunas costeras, la vegetación halófila y el manglar. Todas las anteriores corresponden a vegetación de ambientes costeros y su distribución y presencia está determinada por distintos procesos de la franja costera (dinámica de vientos, corrientes, oleaje, acarreo y sedimentación de partículas de suelo, etc.).

La vegetación de playas y dunas costeras se caracteriza por la presencia de plantas que están muy bien adaptadas a las condiciones inestables del sustrato arenoso de las dunas, así como su cercanía al mar. Es posible identificar un gradiente de la cubierta vegetal de este ambiente que va de la línea de costa hacia tierra adentro, en donde la playa y el frente de dunas es colonizado por especies de hábito rastrero cuyo crecimiento ocurre a ras de suelo, entre estas especies se pueden mencionar a la lavanda marina (*Abronia maritima*), la hierba de tinta (*Marina maritima* y *Psoralea emoryi*) y los pastos de playa (*Sporobolus virginicus* y *Jouvea pilosa*). Una zona de dunas semiestabilizadas que enfrentan al mar es caracterizada por arbustos bajos y hierbas como el lomboy (*Jatropha cinerea*), el quelite de dunas (*Amaranthus watsoni*) y otras hierbas (*Croton californicus*). Finalmente una zona de transición con la vegetación del matorral xerófilo se establece en las dunas estabilizadas protegidas de la acción del viento y otros efectos del ambiente costero (como la brisa marina), esta fase de la vegetación de dunas se integra de arbustos propios como el mangle dulce (*Maytenus phillanthoides*) y de elementos del matorral que logran establecerse en este

ambiente como el ciruelo de monte (*Cyrtocarpa edulis*), el torote y copal (*Bursera* spp) e incluso cactus como la choya (*Cylindropuntia cholla*), el garambullo (*Lophocereus schottii*) y el cardón (*Pachycereus pringlei*). Otra variante de la vegetación costera es la vegetación halófila que caracteriza a los suelos salinos cercanos al mar (salitrales), en donde solo se pueden establecer plantas especializadas a este tipo de suelos como algunos elementos de la familia *Chenopodiaceae* (*Atriplex* spp, *Suaeda* spp, *Salicornia* spp y *Allenrolfea occidentalis*), otras especies comunes en este tipo de ambiente son los llamados hielitos (*Sesuvium* spp, y *Batis maritima*).

Finalmente en algunas caletas y zonas de la costa protegidas del oleaje violento como la vertiente norte de la Ensenada de La Paz (costa sur del Mogote), se establecen algunas formaciones de manglar de tipo matorral (por su altura). Estas formaciones son densas, aunque forman fases de cobertura monotípicas (dominadas o formados por una sola especie) en un gradiente que va del mar hacia tierra adentro. Generalmente las formaciones dominadas por el mangle rojo (*Laguncularia racemosa*) y el mangle blanco (*Rhizophora mangle*) se establecen en la zona intermareal en donde el suelo se encuentra permanentemente saturado o inundado; posterior a estas formaciones o fases, se establece una más dominada por el mangle negro (*Avicennia germinans*) que se establece en suelos intermareales hacia tierra adentro. Una fase común de la vegetación de los manglares se forma en el borde de la arbolada de mangles colindante a salitrales o dunas costeras, en una franja estrecha de hierbas rastreras como la saladilla (*Salicornia virginica*), los hielitos (*Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum*) y la rama del yodo (*Allenrolfea occidentalis*).

Composición florística

El listado florístico del Área de Estudio se integró a partir de los registros de las especies de las parcelas de muestreo y se complementó con información de la literatura especializada disponible para la región. Alrededor de 400 especies pueden componer la flora en la región, sin embargo para los fines del presente se registraron 147 especies que se incluyen en 112 géneros pertenecientes a 46 familias (**Anexo 6**). Del total de especies encontradas en el Área de Estudio, 8 se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana para especies amenazadas, en peligro de extinción o bajo protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010) y 21 especies de la familia *Cactaceae* forman parte del listado CITES, entre ambos listados el total de especies presentes son 26. El **Anexo 6** muestra el listado florístico

determinado para el Área de Estudio e indica las especies endémicas, así como su estatus en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES.

Especies NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES

Un total de 8 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron registradas en el Área de Estudio, a saber:

Avicenniaceae	Avicenia germinans (L.) L.	NOM-059-SEMARNAT-2010 = Pr
Cactaceae	Ferocactus peninsulæ (Engelm. ex Weber) Britt. & Rose	NOM-059-SEMARNAT-2010 = A
	var. townsendianus (Britt. et Rose) N. P. Taylor	
	Mammillaria capensis (H. E. Gates) Craig	
	Opuntia bravoana Baxter	NOM-059-SEMARNAT-2010 = Pr
Cochlospermaceae	Amourexia palmatifida Sessé et Mociño ex A. DC.	NOM-059-SEMARNAT-2010 = Pr
Combretaceae	Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f.	NOM-059-SEMARNAT-2010 = Pr
Fabaceae	Olneya tesota A. Gray	NOM-059-SEMARNAT-2010 = Pr
Rizophoraceae	Rizophora mangle L.	NOM-059-SEMARNAT-2010 = Pr

Mientras que 21 especies o taxa fueron identificadas en el listado CITES, todos ellos pertenecientes a la familia de las Cactaceae:

Cochemia poselgeri (Hildmann) Britt. et Rose	CITES
Cylindropuntia alcahes (Weber) Knuth in Backeberg et	
Knuth var. burrageana (Britton et Rose) J. Rebman	CITES
Cylindropuntia cholla (Weber) Knuth in Backeberg	CITES
Echinocereus brandegeei (J. M. Coulter) K. Schum.	CITES
Ferocactus peninsulæ (Engelm. ex Weber) Britt et Rose	
var. townsendianus (Britt. et Rose) N. P. Taylor	CITES y NOM-059-SEMARNAT-2010 = A
Lophocereus schotti (Engelm.) Britt. et Rose	
var. australis (M. Brandegeee) Borg.	CITES
Mammillaria capensis (H. E. Gates) Craig	CITES y NOM 059-SEMARNAT-2010 = Pr
Mammillaria dioica M. Brandegeee	CITES
Mammillaria fraileana (Britt. et Rose) Boed.	CITES
Mammillaria petrophila (H. E. Gates)	CITES
Mammillaria phitahuaiana Brandegeee	CITES
Mammillaria schumannii Hildmann	CITES
Peniocereus striatus Brandegeee	CITES
Opuntia bravoana Baxter	CITES y NOM 059-SEMARNAT-2010 = Pr

Opuntia pusilla	CITES
Opuntia tapona Engelm.	CITES
Pachycereus pecten-aboriginum (Engelm.) Britt. et Rose	CITES
Pachycereus pringlei (S. Wats.) Britt. et Rose	CITES
Pereskopsis porterii (Weber) Britt. et Rose	CITES
Stenocereus gummosus (Engelm.) Gibson et Horak	CITES
Stenocereus thurberi (Engelm.) Gibson et Horak	
var. thurberi	CITES

Cuantificación de especies NOM-059-SEMARNAT-2010 en el predio del Proyecto

De todas las especies reportadas, solo el *Ferocactus townsendianus* var. *townsendianus* se encuentra dentro del predio del Proyecto destinado a cambio de uso del suelo, misma que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con el estatus de amenazada.

Es importante considerar que la biznaga, *Ferocactus townsendianus* var. *townsendianus* dentro del predio del Proyecto presenta poblaciones importantes, de la que se contabilizaron bajo georreferencia un total de 351 individuos. Es conveniente mencionar que durante los recorridos realizados en la superficie del predio del Proyecto, no se observaron individuos de Palo Fierro (*Olnya tesota*), especie también incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo en los predios adyacentes y en general en el Área de Estudio, esta especie tiene una distribución local de relativa importancia. Los individuos más cercanos se ubican en una posición SSW a 720 m en línea recta del predio del Proyecto.

De la misma forma es oportuno considerar que en apego a la actualización de la información científica que se utilizó para determinar la taxonomía de las especies, sobretudo de la familia Cactácea, se encontró abundante una población de individuos del Género *Mammillaria* (**Anexo 6**), citado como *Mammillaria* sp. De acuerdo a los datos obtenidos en los recorridos de campo que se efectuaron en el Área de Estudio, se constató que esta planta es propia de la parte plana de la cuenca del arroyo El Coyote, y de acuerdo a la revisión bibliográfica se pudo confirmar que estos ejemplares no están determinados taxonómicamente. Por lo anterior y por presentar una distribución local restringida, se sugiere que estos individuos sean considerados con un trato especial en el programa de rescate. De acuerdo a las observaciones de campo, en el predio del Proyecto se encuentran bajo georreferencia un total de 1338 individuos, que comparten el mismo hábitat bajo el dosel de la vegetación con *Ferocactus townsendianus* var. *townsendianus* (**Figura IV.52**).

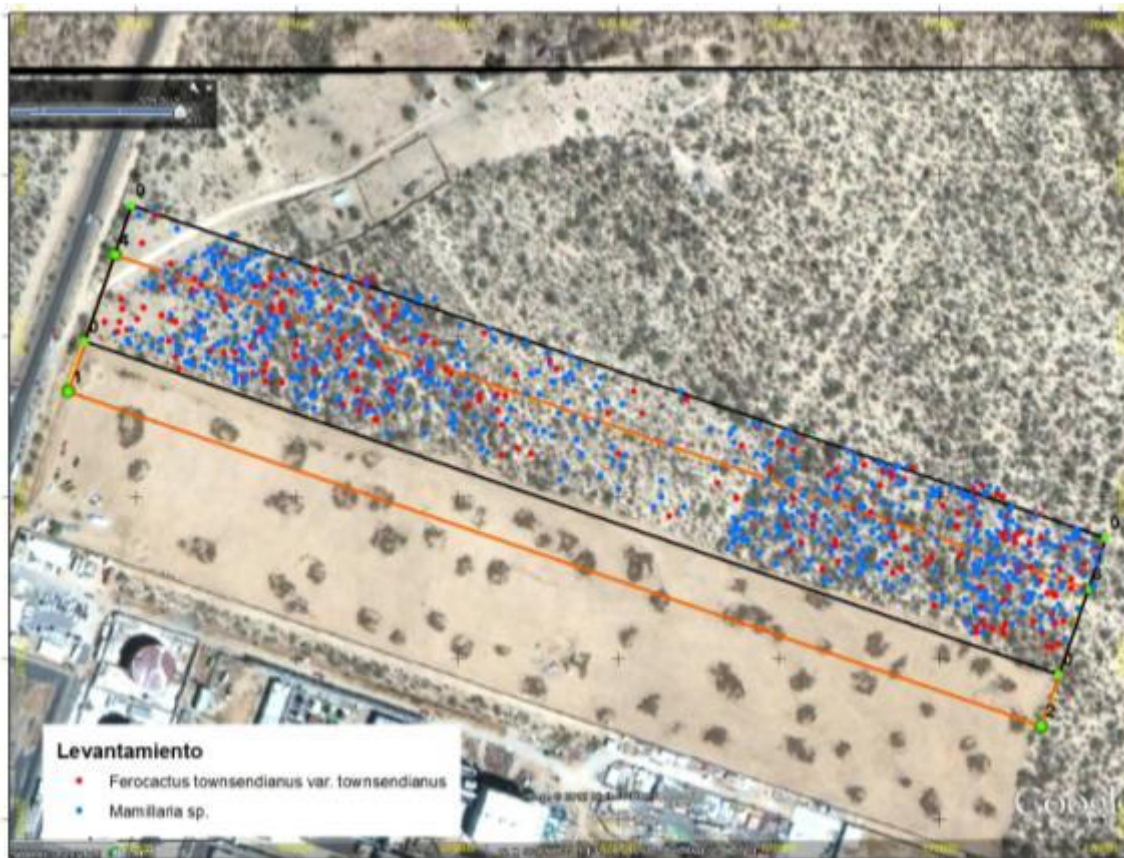


Figura IV.52. Censo de especies *Ferocactus townsendianus* var. *townsendianus* y *Mammillaria* sp. dentro del predio del Proyecto.

Diversidad

Adicional a la descripción de las asociaciones vegetales, con los datos de campo de cada localidad de muestreo se determinó el índice de diversidad de Shannon (log Base 10), y el coeficiente de equitabilidad (**Tabla IV.19**). Cabe mencionar que el índice de diversidad se calcula considerando el número de especies y la abundancia de cada una de estas de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\ln (p_i))$$

En donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon

ni = número de individuos de la especie "i"

N = número total de individuos de todas las especies

pi = abundancia relativa de las especies (calculada como [ni/N])

S = número total de especies

Tabla IV.19. Índice de diversidad de cuatro localidades en tres tipos de vegetación principales del SAR.

Localidad	Tipo de vegetación	Diversidad de Shannon	C. Equitabilidad	Número de especies
Predio del Proyecto	Matorral xerófilo	1.22	0.90	23
Rancho La Victoria	Matorral xerófilo	0.86	0.63	23
Cima Sierra Las Cacachilas	Bosque de Encinos	1.46	0.87	48
Ca. El Rosario	Bosque tropical seco	1.11	0.77	28

De acuerdo con los resultados de la **Tabla IV.19**, la localidad correspondiente al bosque de encinos muestra la diversidad vegetal más alta de los tres tipos de vegetación principales registradas en el SAR, las localidades del bosque tropical seco, así como la vegetación del predio del Proyecto (matorral xerófilo) mostraron índices de diversidad medios (de las cuatro localidades comparadas) mientras que la vegetación representativa del matorral sarcocrasicaule (matorral xerófilo) fue la menos diversa.

Vegetación marina

Composición y abundancia de las comunidades Ficoflorísticas

Fitoplancton

En términos generales el fitoplancton en la Bahía y Ensenada de La Paz es muy diverso y sus poblaciones fluctúan con relación a las variaciones de temperatura del agua y el periodo de luz solar. Con base en la información bibliográfica se conoce que la densidad fitoplanctónica en la Bahía de La Paz, muestra valores altos entre noviembre y abril y durante fenómenos interanuales con anomalías frías (años La Niña; Flores-Ramírez *et al.* 1996). Para el caso particular de las diatomeas, como grupo más representativo, los valores de abundancia reportados para la zona son en promedio anual de 36 391 diatomeas/L. encontrando los siguientes géneros con mayor dominancia: *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Amphora*, *Gyrosigma*, *Melosira* y *Navicula* (Bustillos-Guzmán 1981). Las fluctuaciones numéricas del fitoplancton pueden ser evidentes en el transcurso de los periodos estacionales, se han registrado como valores extremos 1 708 950 células/L en invierno y 140 000 células/L en la primavera (Signoret y Santoyo 1980).

Mareas Rojas

En el fitoplancton se encuentran ciertas especies que son relevantes debido a su potencial toxicidad para el humano, cuando hay altas producciones de estos organismos por periodos relativamente cortos en espacios bien definidos, se conocen como Mareas Rojas. Las mareas rojas son el producto de la concentración masiva y esporádica de ciertas especies del fitoplancton, principalmente de algunas diatomeas del género *Pseudonitzschia* y de dinoflagelados de los géneros *Gonyaulax* y *Gymnodinium*, entre otros. Aunque pueden ser frecuentes, en general son impredecibles y de permanencia o duración corta e irregular. Se han observado períodos de máxima abundancia en primavera y otoño, estas abundancias presentaron una gran variación, en mar abierto se han registrado de 1-14 células ml⁻¹, mientras que en zonas costeras el registro ha sido de 20-360 células ml⁻¹. Durante periodos de marea roja en los años 1985, 1989 y 1997 sus abundancias extremas fueron 144 000-256 000 células ml⁻¹, 100 000-400 000 células ml⁻¹ y 189 000-592 000 células ml⁻¹, respectivamente. Durante la marea roja, *C. dens* varía grandemente, a veces sustituida por *Skeletonema costatum* o *Pseudonitzschia* spp y *Ceratium furca*. *C. dens*, aparenta tener una afinidad por los ambientes de alta productividad (Cortés-Altamirano y Núñez-Pastén 2000).

Macroalgas

Diversos estudios desarrollados en la Bahía y Ensenada de La Paz, han demostrado que las especies presentes con una mayor distribución y abundancia en la zona son *Sargassum sinicola*, *Spyridia filamentosa*, *Caulerpa sertularioides*, *Laurencia johnstonii* y varias especies del género *Ulva*. En total, se han registrado un total de 131 especies de algas, de las que 71 pertenecen a la División Rodophyta, bien representada por las familias Collarinaceae y Gracilariaceae, 27 especies pertenecen a la División Phaeophyta, representada principalmente por la familia Dictyotaceae y 33 especies pertenecen a la División Chlorophyta, representada en su mayoría por la familia Ulvaceae. El mayor número de especies se presenta en invierno-primavera (periodo frío, representado con 80 especies), y el mínimo durante el periodo cálido en verano-otoño representado con 40 y 20 especies respectivamente. (Vázquez-Borja 1999, Casas-Valdez *et al.*, 1997, Riosmena-Rodríguez y Paul-Chávez, 1997) lo que sugiere que son especies con influencia subtropical, estas variaciones en riqueza y en diversidad dependen casi exclusivamente del sustrato y la temperatura del agua (Cruz-Ayala 1996).

Especies relevantes

Para la Bahía de La Paz, se encuentran 43 especies de interés comercial de las cuales es escasa la información acerca de ellas. La especie con mayor potencial de uso es el *Sargassum sinicola* que presenta un ciclo de abundancia monomodal, con un máximo en primavera y mínimo en otoño. Tales variaciones están relacionadas con la temperatura y existe un patrón de biomasa relacionado con la misma. En zonas tropicales y subtropicales el pico de abundancia es en los meses fríos del año y en las zonas templadas el máximo de biomasa ocurre en verano. Esta especie ha sido objeto de diversos estudios y se ha determinado su potencial uso como fertilizante, también ha sido probado como complemento alimenticio para animales y se usa como fuente para la extracción de alginatos (Hernández-Carmona, 1985). Otras especies de algas susceptibles de explotación como posibles fuentes de antibióticos, son: *Spyridia filamentosa*, *Laurencia pacifica* y *Caulerpa sertularioides*.

En el Área de Estudio no se ha registrado la presencia de especies vegetales acuáticas bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES; convenios internacionales.

b) Fauna

Fauna terrestre

Región zoogeografía donde se ubica el predio del Proyecto y su Área de Estudio.

El Área de Estudio se localiza en la zona de transición entre la región biogeográfica Neártica y Neotropical (**Figura IV.53**). Es decir, existe una mezcla de las faunas templadas y tropicales. En este caso en particular, la fauna de vertebrados terrestres prevalecen elementos típicos del desierto sonorense; de origen neártico.



Figura IV.53. Límites entre las regiones biogeográficas Neártica (en azul) y Neotropical (en amarillo). Tomado de Ceballos *et al.* 2005. Se distingue en la parte sur de la Península de Baja California, una región particular denominada Región del Cabo (Murphy 1983; Grismer 2002).

Fitogeográficamente la superficie terrestre adyacente a la Bahía de La Paz, que es donde se ubica el predio del Proyecto, es punto de encuentro de una subdivisión del Desierto Sonorense y la Región del Cabo. De acuerdo con González-Abraham *et al.*, 2010, en el Área de Estudio confluyen tres ecorregiones:

(i) *Costa Central del Golfo*.- Esta ecorregión es una estrecha banda de desierto que se extiende por 800 km a lo largo de la costa del Golfo, desde Bahía de los Ángeles a lo largo del piedemonte oriental de la Sierra de San Borja hasta la Bahía de La Paz.

(ii) *Matorral tropical del Cabo*.- Esta ecorregión comprende las tierras bajas situadas al este y sur de la falla de La Paz, una línea suavemente arqueada que discurre desde la Ensenada del Coyote en el Golfo de California hasta Todos Santos en la costa Pacífica. Esta línea geológica divide las formaciones graníticas de la Región del Cabo de los basaltos volcánicos de la Giganta, y marca la frontera entre los ecosistemas tropicales secos y los estrictamente desérticos en la península.

(iii) *Selva baja del Cabo*.- El piedemonte de las montañas de la Región del Cabo entre 500 y 1,000 de altitud contiene los únicos bosques tropicales secos de Baja California, que permanecen sin hojas nueve meses al año y rebrotan durante la temporada de lluvias.

Lo anterior significa que a lo largo del borde de la Bahía, se podrán encontrar asociaciones florísticas con elementos entremezclados propios de zonas desérticas con los de las regiones tropicales (**Figura IV.54**).

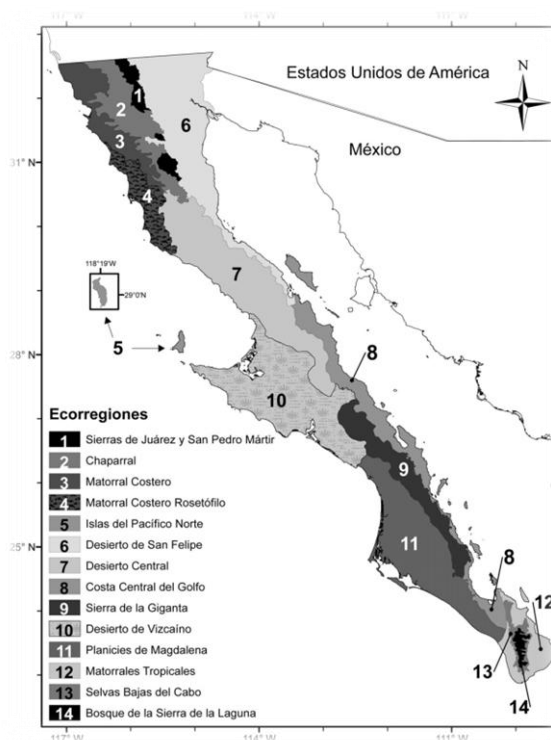


Figura IV.54. Propuesta sintética de ecorregiones de la península de Baja California (González-Abraham *et al.*, 2010).

Listado de especies que se encuentran en el Área de Estudio.

Método. Se hizo una recopilación bibliográfica sobre los trabajos faunísticos que se han realizado en la región, incluyendo las bases de datos de la CONABIO, para revisar los registros de especies. Con esta información y la experiencia de los expertos en fauna se compilaron las listas potenciales de especies de vertebrados que habitan el Área de Estudio. La lista potencial, se completó con información generada en trabajo en el campo para generar el listado final. Esto evitó que se subestimara la riqueza biológica regional.

Los listados sistemáticos de especies se incluyeron en el **Anexo 6**, distinguiendo a las especies que tienen estatus de protección conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y por la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES). El arreglo taxonómico de las especies se siguió a Ceballos *et al.* (2005) para los mamíferos, Howell y Webb (1997) para las aves, y Grismer (2002) para los reptiles y anfibios.

Resultados.

En el Área de Estudio se encuentran dos especies de sapos y una rana, distribuidas en tres Familias y un Orden. Con respecto a los reptiles, se presentan 43 especies distribuidas en 13 Familias y un Orden. Las aves son el grupo con mayor número de especies registradas: 246, y se distribuyen en 54 Familias y 14 Ordenes. Finalmente, los mamíferos suman un total de 45 especies, distribuidas en 18 Familias y 6 Órdenes (**Figura IV.55**).

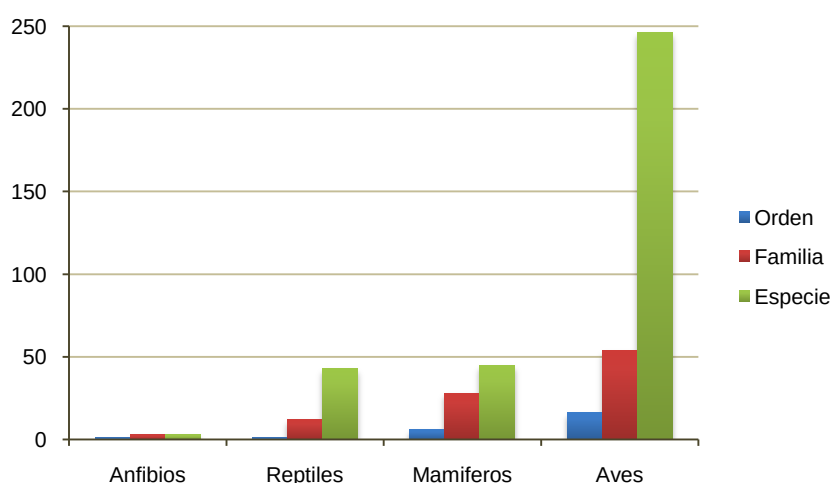


Figura IV.55. Distribución de los órdenes, familias y especies por grupo.

Abundancia de las especies de fauna listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Son 62 las especies consideradas por la normatividad mexicana en alguna categoría de protección con presencia en el Área de Estudio (**Tabla IV.20**). De las cuales 25 son reptiles, 28 son aves y siete de ellas mamíferos.

Tabla IV.20. Especies de fauna listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie		Categoría	Abundancia	Sitios de muestreos						
			Cualitativa ^o	1	2	3	4	5	6	7
Reptiles										
1	<i>Aspidoscelis maximus</i> *	Pr	Común							✓
2	<i>Bipes biporus</i> *	Pr	Rara							✓
3	<i>Callisaurus draconoides</i>	A	Abundante	✓	✓			✓	✓	✓
4	<i>Chilomeniscus stramineus</i> *	Pr	Rara	✓						✓
5	<i>Coleonyx variegatus</i> *	Pr	Rara					✓		
6	<i>Coluber aurigulus</i> *	A	Común	✓	✓					
7	<i>Coluber flagellum</i> *	A	Abundante	✓	✓					✓
8	<i>Crotalus enyo</i> *	A	Rara							
9	<i>Crotalus mitchellii</i>	Pr	Rara	✓				✓	✓	
10	<i>Crotalus ruber</i>	Pr	Común	✓	✓		✓			✓
11	<i>Ctenosaura hemilopha</i> *	Pr	Común		✓	✓			✓	✓
12	<i>Eridiphas sleveni</i> *	A	Rara							
13	<i>Gambelia wislizenii</i>	Pr	Rara							
14	<i>Hypsiglena torquata</i> *	Pr	Rara							
15	<i>Lampropeltis getula</i>	A	Rara							
16	<i>Chanira trivirgata</i>	A	Rara							
17	<i>Petrosaurus thalassinus</i> *	Pr	Rara					✓		
18	<i>Phyllodactylus xanti</i> *	Pr	Rara					✓		
19	<i>Phyllodactylus unctus</i> *	Pr	Rara							
20	<i>Sauromalus obesus</i>	Pr	Rara							
21	<i>Sceloporus hunsakeri</i> *	Pr	Rara					✓		
22	<i>Sceloporus licki</i> *	Pr	Rara					✓	✓	
23	<i>Sceloporus zosteromus</i> *	Pr	Común	✓	✓	✓			✓	✓
24	<i>Urosaurus nigricaudus</i> *	A	Abundante		✓	✓		✓	✓	✓
25	<i>Uta stansburiana</i> *	A	Abundante	✓	✓	✓	✓			✓
Aves										
1	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr	Rara					✓	✓	
2	<i>Accipiter striatus</i>	Pr	Rara					✓		
3	<i>Aquila chrysaetos</i>	A	Rara							
4	<i>Buteo albonotatus</i>	Pr	Rara							
5	<i>Buteo lineatus</i>	Pr	Rara							✓
6	<i>Buteo platypterus</i>	Pr	Rara							
7	<i>Buteo swainsoni</i>	Pr	Raro						✓	
8	<i>Charadrius melodus</i>	P	Rara							
9	<i>Charadrius montanus</i>	A	Rara							
10	<i>Egretta rufescens</i>	Pr	Común	✓						
11	<i>Empidonax difficilis</i>	Pr	Común						✓	

Tabla IV.20. Continuación...

Especie	Categoría	Abundancia Relativa [◊]	Sitios de muestreos						
			1	2	3	4	5	6	7
12 <i>Falco mexicanus</i>	A	Rara							
13 <i>Falco peregrinus</i>	Pr	Rara							
14 <i>Geothlypis beldingi</i>	P	Común							
15 <i>Larus heermanni</i>	Pr	Abundante	✓						
16 <i>Larus livens</i>	Pr	Abundante	✓						
17 <i>Mycteria americana</i>	Pr	Rara							
18 <i>Oporornis tolmiei</i>	A	Rara							
19 <i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr	Común			✓				
20 <i>Rallus limicola</i>	Pr	Rara							
21 <i>Rallus longirostris</i>	Pr	Rara							
22 <i>Streptoprocne semicollaris</i>	Pr	Rara							
23 <i>Sterna antillarum</i>	Pr	Comun	✓						
24 <i>Sterna elegans</i>	Pr	Rara	✓						
25 <i>Synthliboramphus hypoleucus</i>	P	Rara							
26 <i>Tachybaptus dominicus</i>	Pr	Común							
27 <i>Thalasseus elegans</i>	Pr	Rara	✓						
28 <i>Vireo bellii</i>	A	Rara	✓						✓
Mamíferos									
1 <i>Choeronycteris mexicana</i>	A	Abundante							
2 <i>Leptonycteris curasoae</i>	A	Declinando							
3 <i>Myotis evotis</i>	Pr	Rara							
4 <i>Myotis vivesi</i>	P	Rara							
5 <i>Notiosorex evotis</i> *	A	Rara							
6 <i>Chaetodipus dalquesti</i> *	Pr	Abundante		✓	✓	✓	✓	✓	✓
7 <i>Taxidea taxus</i>	A	Común	✓	✓					

[◊] Tomado de Galina et al., 2008; Ceballos y Gisselle 2005.

* Especies endémicas.

✓ Especies registradas.

A pesar de que el grupo de reptiles ocupa el tercer lugar en cuanto a número de especies presentes en el Área de Estudio (43), es el grupo con mayor número de especies endémicas y amenazadas (**Figura IV.56**).

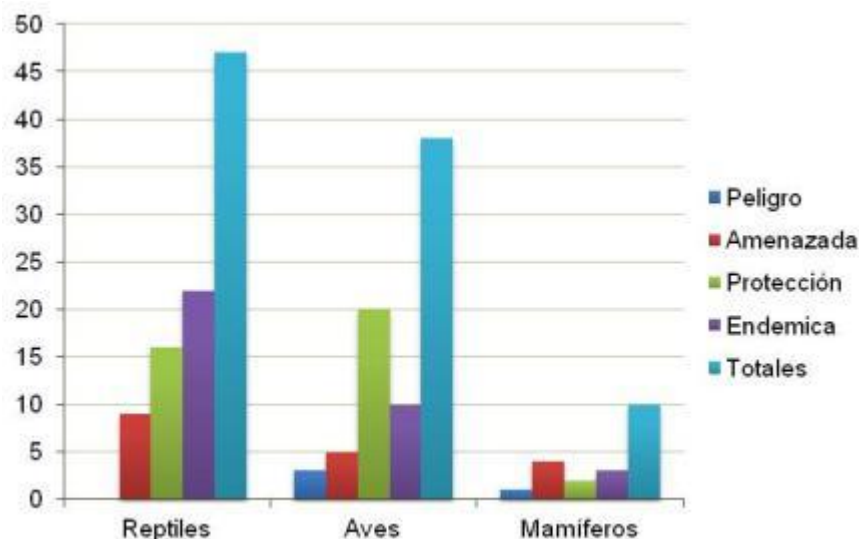


Figura IV.56. Especies en estatus de protección por grupos de vertebrados.

Área(s) de reproducción, resguardo y descanso de los vertebrados terrestres dentro del Área de Estudio, incluyendo a las especies migratorias.

Respecto a las especies distribuidas en el Área de Estudio, no se detectó ni se tiene el antecedente de alguna zona en particular para llevar a cabo su reproducción, descanso o resguardo. Por lo que se tiene que pensar en términos del uso del hábitat o microhábitat por gremios o grupos, para buscar explicar la importancia de la misma para la fauna en términos.

En el caso de los anfibios, los cuerpos de agua temporal y perenne, como arroyos, represas y los oasis son los sitios importantes para este grupo y para descanso en el caso de las aves migratorias y sitios de reunión para algunos mamíferos para beber.

Anfibios y reptiles.

Dado que los reptiles son ovíparos y depositan los huevos debajo del suelo no es posible detectar las puestas, mientras que en el caso de los anfibios, las especies que se distribuyen en la zona de estudio se reproducen exclusivamente durante la temporada de lluvias cuando se forman pozas o charcas en las que depositan sus huevos y se desarrollan los primeros estadios, dependiendo totalmente del agua.

Respecto a las especies vegetales que usan, *Uta stansburiana* tiene una distribución normal respecto a las plantas en las que se le encuentra, mientras que *Callisaurus draconoides* y

Dipsosaurus dorsalis se encuentra con mayor frecuencia cerca del lomboy (*Jatropha* sp) y *Urosaurus nigricaudus* es una especie arborícola asociada al mezquite (*Prosopis* sp).

Aves.

La mayoría de las especies construyen nidos en arbustos, cactáceas y árboles del matorral xerófilo principalmente en el mezquite (*Prosopis* sp) en la cholla (*Cylindropuntia choya*, cardón (*Pachycereus* sp) (usado por carpinteros y aguilillas), palo adán (*Fouquieria* sp), frutilla (*Lycium* sp), el torote (*Bursera* sp) y el lomboy (*Jatropha* sp).

Una gran proporción de especies de aves utilizan el palo Adán tanto para perchar en descanso como para cazar, así como para forrajeo.

La península de El Mogote representa una importante zona de anidación del gallito marino californiano (*Sterna antillarum browni*), especie migratoria reproductiva, proveniente del hemisferio sur y que permanece en la zona desde abril a agosto de cada año.

Se tiene registro de nidos de las aves *Auriparus flavipes*, *Zenaida asiatica* y *Zenaida macroura* en el manglar. Las especies de mangle que usaron para anidar fueron *Avicennia germinans* y *Rizophora mangle*. Se sabe que el manglar favorece a algunas especies para cumplir su ciclo vital reproductivo. Una especie que está en status (endémica y como el *Rallus* sp.) anida en el manglar de El Mogote.

Mamíferos.

Es común observar a lo largo de todo el matorral xerófilo, madrigueras (roedores y algunos carnívoros como el Tejón y la zorra gris) echaderos (camas en el caso de las liebres) de distintas especies. Lo anterior, aunado a la captura de hembras preñadas o lactando, indica el uso en general de todo este tipo de vegetación para fines de reproducción y resguardo.

Importancia faunística del predio del Proyecto y Área de Estudio en distintas escalas geográficas.

La importancia faunística del Área de Estudio radica principalmente en su alta diversidad y al grado de endemismos, existiendo además especies bajo algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que no existen los trabajos suficientes para realizar un

análisis que nos permita identificar aquellas regiones críticas (con alta concentración de especies o taxa relevantes, o con características únicas) dentro del Área de Estudio.

Reptiles.

Las especies de reptiles distribuidas en la zona predio del Proyecto y el Área de Estudio son en gran parte especies endémicas tanto a nivel regional (endémicas de la Península) como local (endémicas de la Región del Cabo), lo que le da un gran valor al Área de Estudio en cuanto a diversidad y relevancia, considerando que una buena parte de ellas son poco abundantes y raras.

Aves.

La diversidad de aves es importante si se considera también a las especies migratorias invernales que no pudieron ser registradas en el período de estudio. Aunque no se encuentran gran número de especies endémicas o bajo algún estatus de conservación, si existen algunas que incrementan la importancia de este grupo.

Mamíferos.

La fauna que se distribuye en la península de Baja California se caracteriza por el gran endemismo a nivel sub específico, de ahí que se deba considerar la importancia en la reubicación y conservación de las poblaciones de mamíferos, ya que son estas las que aportan el valor biológico, ya que la mayoría de las ocasiones se desconocen los cambios en los procesos demográficos a los que son expuestas sus poblaciones.

El predio del Proyecto no es relevante como zona de reproducción o de distribución de ninguna de las especies de reptiles, aves o mamíferos terrestres, tan solo forma parte de una zona con alta diversidad de especies y grado de endemismos.

En el **Anexo 7**, se pueden observar el registro fotográfico de algunas de las especies observadas tanto en el predio del Proyecto como en el Área de Estudio.

Especies en estatus de protección; una estimación cuantitativa de todos los individuos de las especies presentes en el predio del Proyecto.

En la **Tabla IV.21** se presenta el número de organismos detectados por especie con alguna categoría de protección en el predio del Proyecto. Se tiene que tomar en cuenta que el muestreo realizado no representa una generalidad para la presencia o ausencia de las

especies reportadas para el Área de Estudio y que pudieran estar presentes en el predio del Proyecto, si se considera el esfuerzo y el tiempo promedios que se invierten en este tipo de estudios.

Tabla IV.21. Especies en estatus de protección registradas en el predio del Proyecto.

	Especie	Categoría	n
1	<i>Aspidoscelis maximus</i>	Pr	3
2	<i>Buteo lineatus</i>	Pr	1
3	<i>Callisaurus draconoides</i>	A	13
4	<i>Chaetodipus dalquesti</i>	Pr	3
5	<i>Chilomeniscus stramineus</i>	Pr	1
6	<i>Coluber flagellum</i>	A	1
7	<i>Crotalus ruber</i>	Pr	1
8	<i>Ctenosaura hemilopha</i>	Pr	1
19	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr	2
10	<i>Sceloporus zosteromus</i>	Pr	2
11	<i>Urosaurus nigricaudus</i>	A	2
12	<i>Uta stansburiana</i>	A	13
13	<i>Vireo bellii</i>	A	1
	Total		44

En el caso de *Bipes biporus*, como ya se ha reportado en manifestaciones anteriores, presenta un comportamiento fosorial (se desplazan a través de galerías y túneles subterráneos), por lo que su detección y conteo se dificulta, sin embargo, se tiene registro de su presencia durante las actividades de desmonte en las etapas anteriores de dicha Termoeléctrica. Para este muestreo se observaron un total de 13 especies en estatus de protección y un total de 41 organismos registrados.

Sitios adecuados para la reubicación de especies en estatus de protección.

La zona Sur-Sureste con respecto al predio del Proyecto y a una distancia no menor a 1 km tanto de éste como del actual relleno sanitario, y no mayor a 2 km hacia el rumbo señalado, representa un sitio potencial cercano y con características similares en términos de tipo vegetación, cobertura vegetal y tipo de suelo, por lo tanto, es apropiado para este fin (**Figura IV.57**).



Figura IV.57. Sitio potencial propuesto (polígono en rojo) para la reubicación de fauna terrestre proveniente del predio del Proyecto.

Fauna marina

Composición y abundancia de las comunidades Faunísticas

Zooplankton

En la zona de estudio, la biomasa zooplanctónica es máxima durante el periodo de invierno-primavera, con un máximo en febrero y mayo, y mínima durante el periodo cálido verano-otoño (González-Navarro y Saldierna-Martínez 1997). Los principales componentes del zooplankton durante un ciclo anual son los copépodos, quetognatos y eufásidos, sin embargo, existen pequeñas variaciones espacio-temporales encontrado mayores abundancias de decápodos, anfípodos, cladóceros, sifonóforos, medusas, ctenóforos y larvas de peces (González-Navarro y Saldierna-Martínez 1997). Los quetognatos son depredadores muy activos, se han encontrado dos géneros y diez especies, de las cuales dominan dos: *Sagitta enflata* y *S. euneritica* (Medina-Rendón 1979). Los eufásidos están representados por cuatro géneros y siete especies de la familia Euphausiidae: *Nyctiphanes simplex*, *Euphausia eximia*, *E. eximia*, *E. tenera*, *E. distinguenda*, *Nematoscelis difficilis*, *N. gracilis* y *Stylocheiron affine*; de ellas *Nyctiphanes simplex* es la especie dominante, con valores de abundancia por arriba del 98% en su estado larval y del 27 al 99.8% en la fase adulta. Esta especie costera es muy importante en la red trófica del área, pues es alimento de mamíferos marinos, aves, peces y otros organismos del zooplankton.

Al interior de la Bahía de La Paz los copépodos están representados por especies neríticas (*Eucalanus attenuatus*, *Temora discaudata* y *Corycaeus speciosus*) y especies oceánicas (*Labidocera acuta*, *Rhincalanus nasutus*, *Euchaeta marina* y *Candacia aethiopica*).

Por su parte dentro de la Ensenada de La Paz se han registrado 69 especies, 34 géneros y 26 familias de copépodos (Palomares 1996). La diversidad aumenta a todo lo largo del año en el canal principal de la ensenada y existe mayor incidencia de las especies neríticas y oceánicas antes mencionadas, debido al fuerte intercambio de agua entre la bahía y la ensenada a través de las corrientes de marea. En el interior de la ensenada los copépodos más abundantes son *Acartia clausi*, *Acartia lilljeborgii* y *Paracalanus parvus*. El comportamiento en la abundancia y en la diversidad de esta comunidad a lo largo del año presenta un claro descenso desde la primavera hasta el invierno. En esta comunidad se presentó baja diversidad debido a la alta dominancia de un par de especies: *Acartia clausi* y *Acartia lilljeborgii*, que representan el 79% de la abundancia en las cuatro épocas del año.

El grupo de los crustáceos decápodos es muy diverso, está formado por unas 100 especies (González y Saldierna 1997), distribuidas en 35 familias, de las que constituyen más del 50% de las familias registradas como adultos para el Golfo de California. En invierno, primavera y verano la comunidad de larvas de decápodos está representada principalmente por las familias Palaemonidae, Pinnotheridae y Ocypodidae.

Con respecto a la comunidad íctica se han determinado alrededor de 100 especies; las familias más abundantes son Clupeidae, Myctophidae, Gonostomidae y Haemulidae. Se ha observado que el comportamiento de la abundancia de larvas de peces está en relación directa con la biomasa zooplanctónica y en relación inversa con la temperatura (González-Navarro y Saldierna-Martínez 1997). Para la Ensenada de La Paz, se ha encontrado que el ictioplancton está integrado por 18 familias, lo que representa el 50% de las especies de peces, juveniles y adultos, reportados para esa zona (Arreola 1991). Se ha observado que de acuerdo a la variación estacional de la abundancia y de la frecuencia de las larvas de peces (estudio hecho en 1984), destacan las familias Gobiidae, Gerreidae, Engraulidae, Clinidae y Blenidae, consideradas como residentes y propias de estos cuerpos de agua, en cuya parte interna predomina el sustrato areno-fangoso, y donde pueden llevar a cabo su ciclo de vida completo, a diferencia de especies temporales como los representantes de las familias Clupeidae, Carangidae y Mullidae, que básicamente utilizan esta área con fines reproductivos. Las condiciones prevalecientes en la Bahía de La Paz tienen mayor influencia oceánica y existe un gran intercambio de agua entre ésta y la zona aledaña del Golfo de California. Estas condiciones favorecen que especies pelágicas (sardinas y atunes, Clupeidae y Scombridae) y especies mesopelágicas (peces linterna, Myctophidae) ocupen la bahía con fines reproductivos, mientras que en la ensenada prevalecen miembros de las familias Gobiidae, Gerreidae, Engraulidae, Clinidae y Blenidae, debido a que son organismos que viven asociados al fondo y en agua somera. La presencia de estos grupos de peces en la parte sureste de la bahía y a lo largo del canal principal que comunica la bahía con la ensenada, muestra la influencia de las corrientes de mareas en el transporte de larvas, tanto hacia dentro de la ensenada como hacia fuera de esta.

Invertebrados marinos

Los grupos de invertebrados marinos más representativos de la zona son los cnidarios, ctenóforos, las esponjas, moluscos, anélidos, equinodermos y crustáceos.

Los poríferos (las esponjas) se distribuyen principalmente en las playas rocosas de la ensenada, y normalmente se encuentran adheridas a sustratos duros e inertes, y en ocasiones como epibiontes sobre conchas de moluscos, caparazones de crustáceos decápodos, talos de algas y algunos corales. Son frecuentes en aguas poco profundas del litoral rocoso de la ensenada, principalmente al Este y Noreste de la misma, llegando a formar “arrecifes” (como es el caso del Arrecife San Gabriel en el complejo insular de la bahía). Las esponjas más comunes en la Ensenada de La Paz pertenecen a tres especies: *Cliona celata*, *Leucosolenia* y *Haliclona*. Específicamente *Cliona celata* es una esponja que se encuentra en casi todo objeto que se encuentre sumergido y que sea susceptible de colonización (Wright-López 1997), también se le considera un organismo marino clave en el ciclo del calcio y carbonatos en ambientes litorales y bentónicos. La acción de esta esponja es degradar conchas de moluscos y estructuras calcáreas diversas. También se le ha usado como indicador ecológico del régimen de salinidad en una región particular, debido a sus tolerancias específicas a este parámetro (Hopkins 1956). Otras esponjas registradas en el área de la Bahía de La Paz son *Halisarca*, *Litaspongia*, *Halichondria*, *Tethya*, y *Verongia* (Brusca 1980).

Cnidarios y Ctenóforos

Este grupo está constituido por tres clases: Anthozozoa (anémonas de mar, gorgonias, plumas de mar, corales), Hydrozoa (hidroides, hidromedusas, sifonóforos), y Scyphozoa (medusas verdaderas). El grupo de los ctenóforos es muy parecido a los cnidarios, solo que a diferencia de éstos, su modo de locomoción no se efectúa por pulsaciones del cuerpo sino mediante placas ciliares (ctenos), cuyos cilios baten en sincronía e impulsan rítmicamente al animal, hay pocas especies y todas están presentes en mar abierto formando parte del plancton.

La fauna coralina (coral pétreo, Scleractinia) en el área circundante al El Mogote, sobre todo la zona con costa rocosa (Coromuel, Pichilingue, Isla Gaviota), hay pequeñas zonas en las que existen corales. El más común es *Pocillopora elegans*, especie tropical, con distribución desde el sur del golfo hasta Panamá y responsable de los arrecifes de Bahía Pulmo, Cerralvo y Espíritu Santo entre otros. Son arrecifes que forman hábitat para numerosas especies adaptadas a este hábitat, entre ellas varias especies de peces que sólo viven en estas áreas (peces de arrecife). Otras especies de corales registradas en los sustratos

rocosos de la Bahía de La Paz son *Porites panamensis*, *Porites californica*, *Astrangia pedersenii*, *Tubastrea tenuilamellosa*, *Cycloseris* y el gorgónido *Gorgonia* spp. (Brusca 1980).

Se han registrado muy pocas especies de cnidarios (medusas y corales) en el Área de Estudio, en la zona arenosa norte no es raro ver al penatúláceo *Ptilosarcus* (pluma de mar) enterrado en la arena, cerca del área de manglares. En tanto que en la zona sur, desde la punta, comienza a predominar en el suelo arenoso-limoso *Renilla* sp., otro cnidario colonial que tiene forma de hoja. Este cnidario no ha sido reportado apropiadamente para el Golfo de California, y de hecho se cree que la especie que está presente es *Renilla amethystina* (Brusca 1980). El único ctenóforo que ha sido registrado para la Bahía de La Paz es *Pleurobranchia* sp., y algunas veces ha sido visto varado en las playas arenosas de la Bahía de La Paz (Brusca 1980), sin embargo, en época de marejada o en invierno, puede verse varada en la playa del Mogote a *Physalia* sp. o carabela portuguesa, un hidrozoario colonial que presenta un flotador (pneumatóforo) lleno de gas (CO con trazas de N, Ar y Xe), y largos tentáculos (pólipos especializados) que se pueden prolongar de varios centímetros a varios metros.

Anélidos

Este grupo consiste de tres formas básicas o clases: los oligoquetos (gusanos de tierra), hirudíneos (sanguijuelas) y poliquetos (gusanos marinos). La clase más recurrente en los estudios para esta zona es Polychaeta, principalmente porque es fauna epibionte en numerosos colectores de semilla de bivalvos de importancia. Las especies registradas son: *Rhynchonerella petersi*, *Phalacrophus pictus*, *P. uniformis*, *Lopadorhynchus henseni*, *Pelagobia longicirrata*, *Pontodora pelagica*, *Tomopteris elegans*, *T. nationalis*, *T. planktonis*, *Sagitella kowalewski* y *Typhloscolex mulleri* (Del Moral-Romero 1997). En la Ensenada de La Paz el poliqueto más común que se ha registrado como epibionte de numerosos moluscos y gorgónidos es *Polydora* (*Polydora ligni*, *Polidora woberi*, *Polidora nuchalis*), por otro lado la familia Serpulidae está bien representada en la bahía y la ensenada (*Salmacina*, *Apomatus*, *Filograna implexa* y *Eupomatus recurispina* que es endémica del Golfo de California). En conjunto, estas comunidades presentan un índice de diversidad alto (entre 4 y 4.5) a lo largo de un ciclo anual (Wright-López 1997). Otras especies registradas para la Bahía de La Paz son *Typosyllis hyalina*, *Ceratonereis mirabilis* y *Glycera tessellata*.

Equinodermos

Los equinodermos en la zona están altamente representados por diversos géneros de estrellas y erizos como son: *Astropecten armatus*, *Acanthaster planci*, *Heliaster kubiniji*, *Linckia columbiae*, *Pharia pyramidata*, *Phataria unifascialis* y *Mithrodia bradleyi*. Los erizos de mar comunes son *Tripneustes depressus*, *Toxopneustes roseus* y *Eucidaris thouarsii*. Menso abundantes están los pepinos de mar más comunes son *Holothuria zaca*, *Isostichopus fuscus* y *Holothuria impatiens*.

En la Bahía de La Paz se han registrado 92 especies de equinodermos, de las que 21 pertenecen a la clase asteroidea, 26 a la clase Echinoidea, 27 a la clase Holothuroidea y 18 especies a la clase Ophiuroidea. Esta riqueza de especies de equinodermos es considerada entre las más altas conocidas en el Pacífico mexicano y en la región del Pacífico Oriental Tropical. Esto probablemente se debe a la diversidad de hábitat que está presente en la Bahía, lo que permite que mayor cantidad de especies vivan en ella. Otra razón de esta alta diversidad es que esta área se encuentra justo en una zona de transición biogeográfica, de modo que esto permite una diversidad de clima benigno para más especies.

Existen cuatro especies endémicas del Golfo de California presentes en la Bahía: los asteroideos *Echinaster tenuispina* y *Lepichaster stellatus*; el equinoideo *Encope grandis* y el holotúrido *Holothuria fuscocinerea*. Dos especies endémicas de la Bahía de La Paz: el asteroideo *Mithrodia enriquecasoi* y el holotúrido *Laetmogone scotoeides*. Una especie en la categoría de Protección especial citada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Isostichopus fuscus*.

Crustáceos

Se han encontrado dos grupos dominantes de crustáceos para la zona, los estomatópodos representados por *Squilla biformis*, y los decápodos, con nueve especies: el camarón carideo (*Heterocarpus vicarius*), el cangrejo ermitaño (*Petrochirus californiensis*) y los cangrejos Braquiuros (*Paradasygyus depressus*, *Hepatus lineatus*, *Platymera gaudichaudii*, *Sterorhynchus debilis*, *Maiopsis panamensis*, *Stenoscionops ovata* y *Cancer johngarthi*) quienes aportaron el 70% del total de organismos registrados (Sánchez-Ortíz et al. 1997).

En la Ensenada de La Paz, en la zona del Conchalito, se identificaron dos especies del género *Callinectes*: *C. arcuatus* con 87.24 % del total y *C. bellicosus* 12.76 %, *C. arcuatus* es más abundante en agosto y presenta menor abundancia en diciembre y enero, mientras que *C. bellicosus* presenta la mayor abundancia en el mes de febrero y la menor en septiembre.

La época de desove de *C. arcuatus* se registra todo el año mientras que la de *C. bellicosus* es en noviembre y diciembre (Escamilla-Montes 1998).

En La Isla Gaviota Wright-López (1997) encontró diversos crustáceos del orden Brachiura, en colectores de semilla de madreperla *Pinctada mazatlanica*, como depredadores de ésta. De la familia Xantidae las especies *Pilumnus townsendi*, *Panopes purpureus*, *Eriphia squamata*, *Leptodius occidentalis*, *Eurytium affine*; de la familia Portunidae a *Portunus xantusii* y de la familia Grapsidae a *Tetragrapsus souyi*. Otro artrópodo que actúa como competidor de fijación para *Pinctada mazatlanica* y para muchos organismos bentónicos es el balano común *Balanus trigonus*. Si consideramos la fauna que actúa como epibionte en un colector, puede verse que el índice de riqueza específica de Margaleff muestra poca variación en el ciclo anual, con mínimos de 1.5 y máximos de 4 a 4.5 (Wright-López 1997).

En la Bahía de La Paz se han registrado al menos 53 especies de crustáceos decápodos (Villalobos-Hiriart et al. 1989), entre ellos hay que destacar al cangrejo de rocas *Grapsus grapsus*, el camarón común *Penaeus californiensis*, *Penaeus vannamei*, *Penaeus brevis* al violinista que vive en los manglares *Uca princeps*, *Uca crenulata* y *Uca musica*, a los comensales de la madreperla *Pontonia margarita*, y otros cangrejos que viven en las raíces de los mangles como *Upogebia dawsoni*, *Upogebia thistlei*, al cangrejo que vive en el sargazo *Thor algicola*, al comensal del coral *Axiu vivesi*, y al comensal de bivalvos *Pinnotheres* sp.

En El Mogote se han registrado las siguientes especies (Seinbeck y Rickets 1941, Rodríguez de La Cruz 1967, 1987): *Pontonia pinnae*, *Clibanarius panamensis*, *Petrochirus californiensis*, *Pagurus lepidus*, *Petrolisthes armatus*, *Polyonyx quadriungulatus*, *Podocheila latimanus*, *Pitho picteti*, *Mithrax dentuculatus*, *Teleophrys cristulipes*, *Microphrys platysoma*, *Callinectes arcuatus*, *Cataleptodius occidentalis*, *Pilumnus townsendi*, *Uca princeps*, *Uca musica*.

Moluscos

Este grupo taxonómico es particularmente diverso en El Mogote, se encuentran bien representadas 2 clases (Bivalvia y Gasterópoda), aunque en los últimos años se han registrado varazones de calamar gigante *Dosidicus gigas* (Clase Cephalopoda), así mismo no es raro encontrar varazones durante los meses de febrero-abril de nautilus de papel o *Argonauta nouryi*, *A. pacificus* y muy raramente *A. argo*, cuyas conchas nidamentales producidas por la hembra son arrastradas por las corrientes y depositadas en la zona

noroeste de El Mogote entre marzo y junio. Otros cefalópodos registrados en la Bahía de La Paz son *Octopus digueti*, común sólo en la ensenada, y *Octopus hubbsorum*, común en la bahía pero ausente en la ensenada.

En la bahía se han encontrado alrededor de 306 especies, de las que 120 son de bivalvos, 173 de gasterópodos, ocho de cefalópodos, tres de poliplacóforos y dos de escafópodos (Holguín-Quiñónez y García-Domínguez 1997). En el complejo insular Espíritu Santo y zonas de fondo rocoso al sureste de la bahía, destacan dos especies de bivalvos: *Pinctada mazatlanica* (citada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr)) y *Pteria sterna*, conocidas como ostra perlera y concha nácar, de gran importancia económica y de antigua tradición para el estado de Baja California Sur. Las poblaciones de madre perla (*Pinctada mazatlanica*) se encuentran en el flanco Oeste de la Isla Espíritu Santo (Ensenada Grande, El Cardonal, El Candelero, La Ballena, El Gallo, La Gallina, Bahía San Gabriel y alrededor de Los Islotes) (Ovalle-Serafín 1997).

Otras especies de moluscos consideradas con protección especial (Pr) en la NOM-059-ECOL-2001 son: *Spondylus calcifer* (almeja burra), *Crucibulum scutellatum* (caracol gorrito), *Tivela stultorum* (almeja pismo) y *Purpura pansa* (caracol de tinta) (**Anexo 6**).

Especies relevantes de invertebrados

Existen varias especies económicamente relevantes por el uso que se les da, tal es el caso de *Megapitaria squalida* (almeja chocolata), *Anadara multicostata* (pata de mula), *Argopecten ventricosus* (almeja catarina), *Tagelus californianus* (almeja navaja), *Chione californiensis* (almeja roñosa), *Dosinia ponderosa* (almeja blanca). Aunque son especies de interés comercial, su abundancia no permite una explotación a gran escala. Estas especies son capturadas en la zona de modo artesanal a muy baja escala para autoconsumo.

Composición y Abundancia de la comunidad nectónica

Peces

En la Bahía de La Paz se han registrado un total de 390 especies de peces, en 250 géneros y 106 familias, las mejor representadas son Serranidae (24 especies), Gobiidae (22), Carangidae (18), Haemulidae (15), Labrisomidae (12) y Scianidae (11) (Abitia-Cárdenas et al. 1994). La mayor parte de estas especies pertenecen a la comunidad de peces de arrecife que en sí misma es muy diversa, hay un total de 75 especies en 57 géneros y 30 familias, las

especies más abundantes son *Stegastes* spp., *Thalasoma lucasanum*, *Abudefduf troscheli*, *Chromis atrilobata*, *Canthigaster punctatissima* y *Haemulon maculicauda*. Por familia se ha visto que Pomacentridae tiene el 51% de la abundancia. En la Bahía de La Paz (zonas rocosas en Espíritu Santo) se observó la mayor riqueza específica de peces de arrecife en verano y otoño ($t = 2.6$), la diversidad (H') varía a lo largo del año, en verano fue de 2.4 y en invierno 2.1 (Pérez-España *et al.* 1996).

Aunque los valores de diversidad sean semejantes entre algunas localidades, la composición y distribución de las abundancias de las especies de la comunidad difiere en los distintos ambientes. La disminución en la diversidad y abundancia desde Pichilingue hacia la ensenada parece estar asociada a dos factores, por un lado la cercanía con la ciudad de La Paz implica creciente accesibilidad a los pescadores, y por otro lado la superficie del área y el número de hábitat disponibles en cada lugar es diferente y decrecen en el mismo sentido (Balart *et al.*, 1997).

En la zona de la entrada a la Ensenada de La Paz, Balart *et al.* (1997) registraron de 48 a 96 especies durante 1978, y entre 39 a 88 especies durante el periodo 1982-1983. Se observó un claro patrón estacional, con máximos en los meses cálidos (junio a septiembre y mínimos en los más fríos (diciembre a febrero). El índice de diversidad de Margaleff fluctuó entre 5.54 a 11.61, el comportamiento de estos valores fue similar al de la temperatura, con máximos entre junio y septiembre y mínimos entre noviembre y febrero.

En la zona del canal entre el Mogote y el Malecón, las especies de peces más abundantes reportadas son *Sphoeroides* sp. (30%), *Paralabrax maculatofasciatus* (26%), *Etropus crossotus* (9%) y *Orthopristis chalceus* (9%); en biomasa fueron *Paralabrax maculatofasciatus*, *Diodon holocanthus*, *Synodus scitulicens* y *Orthopristis chalceus*. Anualmente, las especies más abundantes fueron *Paralabrax maculatofasciatus* (26%), *Diapterus peruvianus* (19%), *Achirus mazatlanus* (16%), *Orthopristis chalceus* (6.4%), *Synodus scituliceps* (4.9%), *Eucinostomus gracilis* (3.4%) y *Sphoeroides annulatus* (2.7%); en biomasa las especies más abundantes anualmente fueron *Paralabrax maculatofasciatus* (20%), *Achirus mazatlanus* (11%), *Urobatis halleri* (9%), *Gymnura marmorata* (8.4%), *Synodus scituliceps* (8%), *Diapterus peruvianus* (6.8%) y *Sphoeroides annulatus* (5%). *Paralabrax maculatofasciatus* y *Achirus mazatlanus* presentaron el valor biológico de Sanders más alto (Galván-Piña 1998).

La composición y abundancia de la comunidad, se presentó bajo un claro patrón estacional que pone de manifiesto la influencia de la variabilidad ambiental sobre la comunidad y el uso que las especies hacen de este sitio en función de sus características ecológicas, así es como el manglar tiene importancia en el sustento de los recursos pesqueros y de los ecosistemas de la Ensenada y Bahía de La Paz.

Las comunidades de peces dentro de la zona comprenden un gran número de especies de arrecife. Se han registrado 186 especies, las que representan el 68.6% de las especies de peces de arrecife de todo el Golfo de California (Thomson *et al.* 1979). En la región que comprende las Islas de la Bahía de La Paz (Los Islotes, La Ballena, El Gallo, La Gallina, Cerralvo y San Francisquito) se han registrado un total de 101 especies de peces de arrecife agrupados en 40 familias. Estas especies pueden separarse en cuatro grupos principales: territorialistas (34 especies), móviles permanentes (44 especies), visitantes (15 especies) y estacionales (4 especies; Sánchez-Ortíz *et al.* 1997).

Con respecto a los tiburones y rayas, dentro de la Bahía de La Paz se han encontrado 26 especies de condrícteos, de las que 16 son tiburones y las restantes son peces tipo raya. El tiburón perro (*Heterodontus mexicanus*) aunque es capturada incidentalmente en las redes, no es aprovechada comercialmente. El tiburón ballena (*Rhincodon typus*) tiende a concentrarse entre septiembre y octubre en el sur de la bahía, lugar en el que se han registrado o avistado hasta 14 individuos. Uno de los tiburones considerados como cazón es *Mustelus lunulatus*, es relativamente abundante en la Bahía y se le ha encontrado cerca de Espíritu Santo y El Quelele. Otros tiburones capturados comercialmente en la Bahía de La Paz son el tiburón volador o sardinero (*Carcharinus limbatus*), el tiburón piloto (*Carcharinus falciformis*), el bironche (*Rhizoprionodon longurio*), tiburón azul (*Prionace glauca*) y las cornudas barrosa, arqueada y prieta o martillos (*Sphyrna lewini*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna zygaena* respectivamente).

Especies relevantes de peces

En la Bahía de La Paz destacan las especies que tienen importancia económica, como se muestra en la **Tabla IV.22**.

Tabla IV.22. Especies de peces de importancia económica en la zona de estudio.

Nombre común (nombre científico)	Nombre común (nombre científico)
Pargos (<i>Lutjanus</i> spp.)	Pierna (<i>Caulolatilus princeps</i>)
Jurel (<i>Caranx hippos</i>)	Jurel (<i>Carangoides vinctus</i>)
Cabrillas (<i>Epinephelus analogus</i>)	Cabrilla (<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>)
Cochi (<i>Balistes polylepis</i>)	Robalo (<i>Centropomus robalito</i>)
Robalo (<i>Centropomus nigrescens</i>)	Mojarra (<i>Diapterus</i> spp.)
Curvina (<i>Eucinostomus</i> spp.)	Mojarra (<i>Eugerres</i> spp.)
Mojarra (<i>Gerres cinereus</i>)	Lisa (<i>Mugil cephalus</i>)
Lisa (<i>Mugil curema</i>)	Corvina (<i>Cynoscion</i> spp.)
Sardina (<i>Opisthonema libértate</i>)	Sardina (<i>Sardinops sagax</i>)
Lenguado (<i>Paralichthys</i> spp.)	Lenguado (<i>Achirus mazatlanus</i>)
Lenguado (<i>Symphurus atricauda</i>)	
Pámpano (<i>Trachinotus paloma</i>)	Tiburones
Cazones:	y rayas: <i>Heterodontus mexicanus</i>
<i>Squatina californica</i>	<i>Alopias</i> sp.
<i>Isurus oxyrinchus</i>	<i>Mustelus lunatus</i>
<i>Carcharinus falciformis</i>	<i>Carcharinus limbatus</i>
<i>Carcharinus obscurus</i>	<i>Galeocerdo cuvieri</i>
<i>Nasolamia velox</i>	<i>Prionace glauca</i>
<i>Rhizoprionodon longurio</i>	<i>Sphyrna lewini</i>
<i>Sphyrna mokarran</i>	<i>Sphyrna zygaena</i>
<i>Dasyatis brevis</i>	<i>Dasyatis longa</i>

De importancia turística se encuentra el tiburón ballena *Rhincodon typus*, cuyos avistamientos llaman la atención tanto a los científicos como a los turistas. Aunque no se encuentran en la proximidad de El Mogote, los peces de arrecife que se sitúan en las costas rocosas de la Bahía de La Paz y en los arrecifes representan en conjunto una comunidad frágil desde el punto de vista biológico. Las especies de peces presentes en la Bahía de La Paz incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son *Hippocampus ingens* (caballito de mar, Pr), *Holacanthus passer* (ángel rey, Pr), *Rhincodon typus* (tiburón ballena, A) y *Pomacanthus zonipectus* (ángel de Cortés, Pr)

Mamíferos marinos

En la Ensenada y Bahía de La Paz existe una gran diversidad de mamíferos marinos. Se han registrado cuatro especies de carnívoros, el lobo común de California (*Zalophus californianus*), que tiene una población permanente de aproximadamente 350 individuos en Los Islotes; hay observaciones esporádicas del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), de la foca común (*Phoca vitulina*) y de la foca elefante (*Mirounga angustirostris*) (Urbán-Ramírez *et al.* 1997). La colonia existente en Los Islotes de lobo marino de California es de gran interés debido a que se le considera la lopera reproductora más sureña de la distribución de la subespecie.

En el área de la bahía se han observado siete de las 11 especies reconocidas de ballenas barbadas (misticetos) y 20 de las 68 especies reconocidas de cetáceos dentados (odontocetos). La riqueza específica en este lugar es de las más altas en el mundo, hay especies que se observan durante todo el año (tursiones y rorcual común), especies que visitan la bahía como destino migratorio invernal (ballena jorobada y ballena azul), especies típicas de aguas tropicales (delfín tornillo y delfín de dientes rugosos) y especies típicas de aguas templado-frías (delfín de costados blancos, zífido de Baird) (Urbán-Ramírez *et al.* 1997).

La ballena azul (*Balaenoptera musculus*) ha sido reportada en la Bahía de La Paz entre enero y mayo (Gendron 1993, Flores-Ramírez *et al.* 1996). Esta especie se encuentra en la categoría de “en peligro” para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Klinowsaka 1991).

En la costa de la Bahía de la Paz no es raro encontrar animales varados, por lo menos una vez al año, específicamente en el Mogote se han varado individuos de las especies *Balaenoptera physalus* (rorcual común); *Megaptera novaeangliae* (ballena jorobada) siete individuos de *Berardius bairdii* (zífido de Baird) *Physeter macrocephalus* (cachalote), cachalote pigmeo, *Steno bredanensis* (delfín de dientes rugosos). El origen de estos varazones no se ha establecido.

El cetáceo más frecuentemente avistado en la Bahía de La Paz es el tursián o tonina (*Tursiops truncatus*). Esta especie se distribuye en todos los océanos tropicales y subtropicales del mundo. Dentro de la Bahía de La Paz se distribuye principalmente en las aguas circundantes de El Mogote, incluida la Ensenada de La Paz (Acevedo 1989). Con base en estudios de foto identificación se ha establecido que existe una población de

tursiones residente en la Ensenada de La Paz, de unas decenas de individuos. La lista de mamíferos marinos en la Bahía de La Paz que están contemplados bajo algún estatus o bajo protección especial según la NOM-059-ECOL-2001 se presenta en la **Tabla IV.23**.

Tabla IV.23. Mamíferos marinos reportados en la Bahía y Ensenada de La Paz incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clasificación	Nombre común	Categoría NOM
Orden Cetacea	Cetáceos	
Suborden Mysticeti	Cetáceos barbados	
Familia Balaenopteridae	Rorcuales	
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Rorcual de Minke	Pr
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorcual común	Pr
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Pr
<i>Balaenoptera borealis</i>	Rorcual de Sei	Pr
<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual tropical o de Bryde	Pr
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Rorcual jorobado	Pr
Familia Eschrichtidae	Ballenas grises	
<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	Pr
Suborden Odontoceti	Cetáceos dentados	
Familia Ziphiidae	Zifios	
<i>Mesoplodon sp.</i>	Mesoplodonte	Pr
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Mesoplodonte pigmeo o Peruano	Pr
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	Pr
<i>Berardius bairdii</i>	Zifio de Baird	Pr
Familia Physeteridae	Cachalotes	
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Pr
Familia Kogiidae	Cachalotes enanos	
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	Pr
<i>Kogia simus</i>	Cachalote enano	Pr
Familia Delphinidae	Delfines	
<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos	Pr
<i>Peponocephala electra</i>	Calderón pigmeo	Pr
<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	Pr
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Ballena piloto	Pr
<i>Orcinus orca</i>	Orca común	Pr
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Delfín de costados blancos del Pacífico	Pr
<i>Tursiops truncatus</i>	Tursión	Pr
<i>Grampus griseus</i>	Calderón gris o delfín de Risso	Pr
<i>Stenella attenuata</i>	Delfín manchado tropical	Pr
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	Pr
<i>Stenella longirostris</i>	Delfín acróbata de hocico largo	Pr
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de rostro corto	Pr
<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de rostro largo	Pr
Familia Phocidae	Focas	
<i>Phoca vitulina</i>	Foca común	Pr
<i>Mirounga angustirostris</i>	Foca elefante del norte	A
Orden Carnivora		
Familia Otariidae		
<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino de California	Pr
<i>Arctocephalus townsendi</i>	Lobo fino de Guadalupe	P

c) Composición de poblaciones y comunidades

Ambiente terrestre

Métodos. Para determinar los sitios de muestreo de fauna se llevó a cabo una revisión del mapa de vegetación y topoformas generados por el INEGI y por los expertos que han trabajado en la zona. Con base en esta información y con una salida prospectiva al área de estudio, se identificaron los sitios representativos de cada uno de los elementos de la heterogeneidad del paisaje, es decir, considerando las topoformas, las asociaciones vegetales y hábitats relevantes.

Se definieron seis sitios representativos del matorral xerófilo, el primero incluyo a su vez, vegetación de dunas costeras, manglar y zona de playa. El séptimo sitio fue el Predio del proyecto (**Figura IV.58, Tabla IV.24 y Plano 8 del Anexo 2**). Se realizó trabajo en campo durante los meses de noviembre-diciembre de 2012 y enero 2013, durante los cuales se utilizaron distintos métodos para la descripción y determinación de la presencia, ausencia y diversidad de especies de vertebrados terrestres. Los métodos utilizados se describen en el **Anexo 8**. Diferencias significativas o no de la abundancia de especies entre los sitios de muestreos se determinaron usando un análisis de Kruskal-Wallis (SAS, 1999).



Figura IV.58. Sitios de muestreo en el área de estudio tomando como referencia las unidades geomorfológicas.

Tabla IV.24. Sitios de muestreo con relación a los tipos de vegetación y unidades geomorfológicas.

Sitios de Muestreo	Tipos de vegetación	Asociaciones vegetales	Unidad Geomorfológica
El Mogote	Vegetación de dunas, halófitas y manglar	—	Franja Costera
El Centenario	Matorral xerófilo	Matorral sarcocaula	Llanura aluvial
La Victoria	Matorral xerófilo	Matorral sarsocrasicaule	
Puerto Mejía	Matorral xerófilo	Matorral sarcocaula	Sierras bajas
Las Cacachilas	Bosque tropical seco	<i>Jatropha cinerea-Mimosa brandegeei</i>	Sierras altas
El Rosario			Bajada con lomeríos
Predio (CFE)	Matorral xerófilo	Matorral sarcocaula	Llanura aluvial

Resultados.

A continuación se presenta por grupos la información producto de los muestreos realizados en el área de estudio.

Anfibios y Reptiles

Riqueza y abundancia.- Registramos 21 especies; un anfibio y 20 reptiles (el 46.51 % del total de especies reportadas para el área de estudio). El total de registros fueron 395. El sitio con mayor riqueza de especies fue El Rosario (11) el de menor riqueza Puerto Mejía (3). El sitio con mayor abundancia relativa registrada fue la sierra de Las Cacachilas (26,07%) y el menor dato se obtuvo de nuevo en Puerto Mejía (1,26%). En la **Figura IV.59** se presentan tanto la riqueza de especies como la abundancia por sitios muestreados.

Con respecto a la abundancia por especie, el sapo *Anaxyrus punctatus* presentó la mayor abundancia, seguida de las lagartijas *Callisaurus draconoides* y *Uta stansburiana* con 96 y 50 registros respectivamente (**Tabla IV.25**).

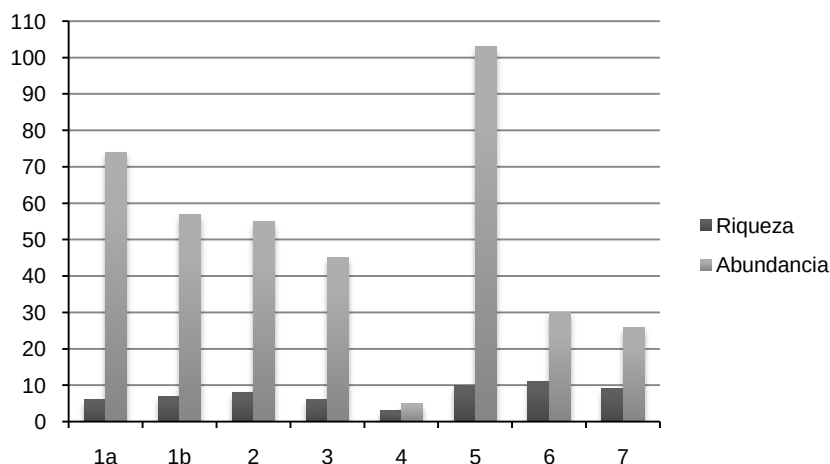


Figura IV.59. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por sitios.

Tabla IV.25. Herpetofauna registrada en el área de estudio.

Especie		Sitios de muestreo								n
		1a	1b	2	3	4	5	6	7	
1	<i>Anaxyrus punctatus</i>	0	0	0	32	0	71	3	0	106
2	<i>Aspidoscelis hyperythra</i>	0	0	2	1	2	0	5	5	15
3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
4	<i>Callisaurus draconoides</i>	40	23	25	0	0	1	6	1	96
5	<i>Chilomeniscus</i>	0	4	0	0	0	0	0	1	5
6	<i>Coleonyx variegatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
7	<i>Coluber flagellum</i>	1	0	2	0	0	0	0	1	4
8	<i>Crotalus mitchellii</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	3
9	<i>Crotalus ruber</i>	1	1	2	0	1	0	0	0	5
10	<i>Ctenosaura hemilopha</i>	0	0	1	1	0	0	1	0	3
11	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	19	15	0	0	0	0	1	1	36
12	<i>Petrosaurus thalassinus</i>	0	0	0	0	0	14	0	0	14
13	<i>Phrynosoma coronatum</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	2
14	<i>Phyllodactylus xanti</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15	<i>Phyllorhynchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16	<i>Salvadora hexalepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17	<i>Sceloporus hunsakeri</i>	0	0	0	0	0	6	0	0	6
18	<i>Sceloporus licki</i>	0	0	0	0	0	5	6	0	11
19	<i>Sceloporus zosteromus</i>	1	2	3	1	0	0	3	0	10
20	<i>Urosaurus nigricaudus</i>	0	0	18	1	0	1	2	2	24
21	<i>Uta stansburiana</i>	12	12	2	9	2	0	0	13	50
n		74	57	55	45	5	103	30	26	395
Riqueza		6	6	8	6	3	10	11	9	

1a= Matorral en dunas, 1b= Manglar.

Aves

Riqueza y abundancia.- Para el caso de las aves se registraron un total de 90 especies y una abundancia de total de 1544 (**Tabla IV.26**). El sitio con mayor riqueza registrada fue El Rosario (42) y con la menor riqueza registrada los sitios fueron la Playa de El Mogote y Puerto Mejía con 18 especies (**Figura IV.60**). En la playa de El Mogote de manera contraria se registro la mayor abundancia (27,78 %). El sitio con menor abundancia fue Puerto Mejía (4,40 %). En la Figura 8 se presentan por separado ambas variables.

En cuanto a especies, *Pelecanus occidentalis* (212) y *Zenaida asiática* (193) fueron las más abundantes. La primera especie restringida al sitio El Mogote.

La riqueza de aves aquí presentada equivale al 37 % de la avifauna reportada para el área de estudio.

Tabla IV.26. Aves registradas en el área de estudio.

	Especie	Sitios de muestreo									
		1a	1b	1c	2	3	4	5	6	7	n
1	<i>Accipiter cooperi</i> ^R ✓	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
2	<i>Accipiter striatus</i> ^R ✓	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4
3	<i>Actitis macularius</i> ^R	0	0	11	0	0	0	0	1	0	12
4	<i>Amphispiza bilineata</i> ^R	0	0	0	1	9	15	0	2	0	27
5	<i>Aphelocoma californica</i> ^R	4	5	0	3	2	0	9	8	0	31
6	<i>Ardea herodias</i> ^R	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
7	<i>Auriparus flaviceps</i> ^R	4	15	0	4	2	4	0	5	6	40
8	<i>Buteo jamacensis</i> ^R ✓	1	0	0	0	0	0	3	8	0	12
9	<i>Buteo swainsoni</i> ✓	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
10	<i>Calamospiza melanocorys</i> ✓	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
11	<i>Callipepla californica</i> ^R	0	0	0	1	4	0	0	0	0	5
12	<i>Calypte costae</i> ^R	4	3	0	3	2	2	2	4	0	20
13	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> ^R	0	0	0	23	5	1	2	1	9	41
14	<i>Caracara cheriway</i> ^R	10	0	0	1	0	2	0	23	1	37
15	<i>Cardinalis cardinalis</i> ^R	0	0	0	6	0	0	0	2	2	10
16	<i>Cardinalis sinuatus</i> ^R	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3
17	<i>Carpodacus mexicanus</i> ^R	0	0	0	7	3	4	9	4	4	31
18	<i>Cathartes aura</i> ^R	0	1	0	1	17	5	4	10	3	41
19	<i>Charadrius wilsonia</i> ✓	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
20	<i>Chondestes grammacus</i> ✓	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8
21	<i>Chordeiles acutipennis</i> ^R	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
22	<i>Circus cyaneus</i> ✓	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
23	<i>Colaptes auratus</i> ^R	0	0	0	2	1	1	2	4	2	12
24	<i>Columbina passerina</i> ^R	0	0	0	9	3	2	7	5	3	29
25	<i>Corvus corax</i> ^R	0	0	0	2	2	2	0	2	2	10
26	<i>Dendroica coronata</i> ✓	15	0	0	0	0	0	0	2	1	18
27	<i>Dendroica nigrescens</i> ✓	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
28	<i>Dendroica petechia</i> ✓	2	40	0	0	0	0	0	0	0	42
29	<i>Egretta rufescens</i> ^R	0	3	1	0	0	0	0	0	0	4
30	<i>Egretta thula</i> ^R	0	3	1	0	0	0	0	0	0	4
31	<i>Egretta tricolor</i> ^R	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
32	<i>Empidonax difficilis cineritus</i> ^R	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
33	<i>Empidonax wrightii</i> ✓	0	0	0	1	0	0	2	0	1	4
34	<i>Eudocimus albus</i> ^R	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
35	<i>Falco columbarius</i> ✓	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
36	<i>Falco sparverius</i> ^R ✓	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
37	<i>Fregata magnificens</i> ^R	3	18	21	1	0	0	0	0	0	43
38	<i>Geococcyx californianus</i> ^R	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3
39	<i>Hydroprogne caspia</i> ^R	0	22	9	0	0	0	0	0	0	31
40	<i>Hylocharis xantusii</i> ^R	0	0	0	0	0	0	5	10	0	15
41	<i>Icterus cucullatus</i> ^R	1	0	0	12	1	1	8	6	0	29
42	<i>Icterus parisorum</i> ^R	0	0	0	1	0	0	2	4	0	7
43	<i>Lanius ludovicianus</i> ^R	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
44	<i>Larus californicus</i> ^R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
45	<i>Larus delawarensis</i> ^R	0	6	4	0	0	0	0	0	0	10
46	<i>Larus heermanni</i> ^R	0	8	37	0	0	0	0	0	0	45

Tabla IV.26. Continuación...

47	<i>Larus livens</i> ^R	0	6	54	0	0	0	0	0	0	60
48	<i>Leucophaeus atricilla</i> ^R	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
49	<i>Limosa fedoa</i> ^R	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7
50	<i>Megascops kennicottii</i> ^R	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
51	<i>Melanerpes uropygialis</i> ^R	0	1	0	8	3	6	5	7	6	36
52	<i>Melospiza fusca</i> ^R	0	0	0	4	0	0	2	3	1	10
53	<i>Mimus polyglottos</i> ^R	0	0	0	0	6	5	0	0	1	12
54	<i>Molothrus ater</i> ^R	3	0	0	3	0	0	0	0	0	6
55	<i>Myiarchus cinerascens</i> ^R	2	2	0	5	5	5	5	3	5	32
56	<i>Numenius phaeopus</i> ^R	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
57	<i>Nyctanassa violacea</i> ^R	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
58	<i>Oreothlypis celata</i> ^R ✓	12	10	0	0	1	1	4	10	0	38
59	<i>Phainopepla nitens</i> ^R	0	0	0	1	0	0	0	0	3	4
60	<i>Pandion haliaetus</i> ^R	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5
61	<i>Parabuteo unicinctus</i> ^R	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
62	<i>Passerina amoena</i> ✓	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
63	<i>Patagioenas fasciata</i> ^R	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9
64	<i>Pelecanus occidentalis</i> ^R	2	20	190	0	0	0	0	0	0	212
65	<i>Phalacrocorax auritus</i> ^R	0	3	11	0	0	0	0	0	0	14
66	<i>Phalaenoptilus nuttallii</i> ^R	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
67	<i>Pheucticus melanocephalus</i> ^R	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
68	<i>Picoides scalaris</i> ✓	0	0	0	8	5	2	2	2	4	23
69	<i>Piranga ludoviciana</i> ✓	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
70	<i>Poliophtila caerulea</i> ^R	4	0	0	2	1	3	0	3	2	15
71	<i>Poliophtila californica</i> ^R	2	0	0	2	0	0	0	5	0	9
72	<i>Spinus psaltria</i> ^R ✓	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
73	<i>Spizella passerina</i> ✓	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3
74	<i>Sterna antillarum browni</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
75	<i>Sterna caspia</i> ^R	0	22	9	0	0	0	0	0	0	31
76	<i>Sturnus vulgaris</i> ^R	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
77	<i>Sula nebouxii</i> ^R	0	1	5	0	0	0	0	0	0	6
78	<i>Tachycineta thalassina</i> ^R ✓	0	0	0	2	0	0	4	0	4	10
79	<i>Thalasseus elegans</i> ^R	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
80	<i>Thalasseus maximus</i> ^R	0	0	62	0	0	0	0	0	0	62
81	<i>Toxostoma cinereum</i> ^R	1	0	0	2	1	0	2	0	1	7
82	<i>Tringa semipalmata</i> ^R	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
83	<i>Tyrannus melancholicus</i> ✓	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
84	<i>Tyrannus vociferans</i> ✓	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
85	<i>Tyto alba</i> ^R	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
86	<i>Vireo solitarius lucasanus</i> ^R	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
87	<i>Vireo belli</i> ^R	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
88	<i>Wilsonia pusilla</i> ✓	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
89	<i>Zenaidura macroura</i> ^R	5	11	0	10	6	3	102	50	6	193
90	<i>Zenaidura macroura</i> ^R	0	0	0	2	3	0	0	2	0	7
	n	86	221	429	144	88	64	196	248	68	1544
	Riqueza	23	29	18	37	24	18	26	42	22	

1a= Vegetación de dunas, 1b= Manglar y 1c= Playa., ✓ Especies migratorias, ^R Especies residentes.

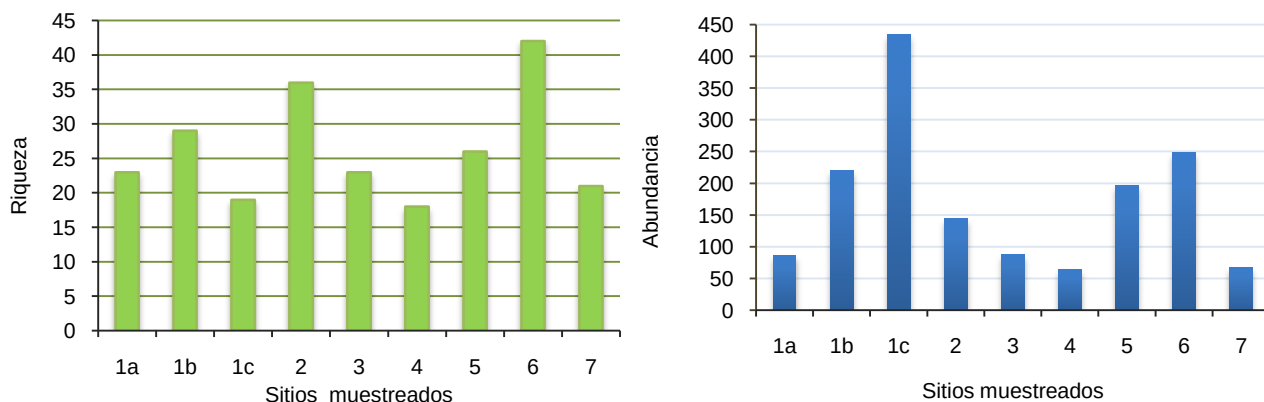


Figura IV.60. Riqueza y abundancia de aves por sitios de muestreo.

Mamíferos.

El total de especies registradas fueron 19, lo que equivale al 42,22 % del total de especies reportadas para el área de estudio (**Tabla IV.27**). La abundancia total registrada fueron 236 organismos y el sitio con mayor abundancia relativa fue EL Centenario (23,72 %). Mientras que el de menor abundancia relativa fue Puerto Mejía (4,23 %) (**Figura IV.61**).

En cuanto a especies, *Chaetodipus arenarius* fue el más abundante (32,20 %), seguido por *Chaetodipus spinatus* (13,98 %) y *Peromyscus eva* (13,56 %).

Los resultados de nuestro inventario (considerando todos los grupos) sugieren que la riqueza como la abundancia de especies varía en el área de estudio.

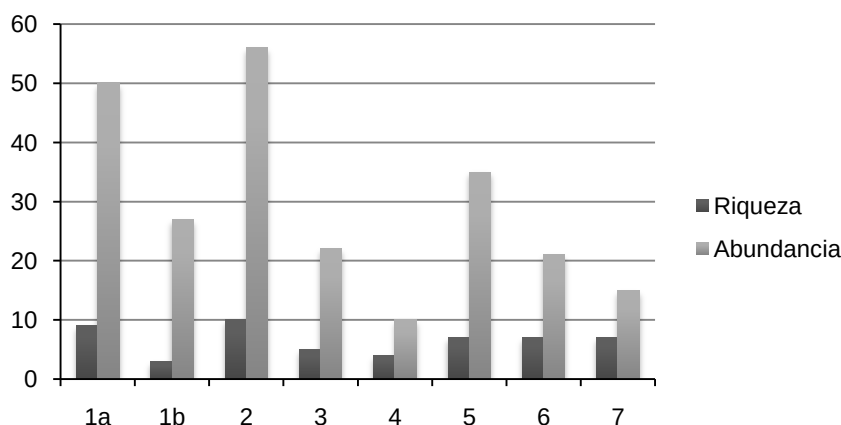


Figura IV.61. Riqueza y abundancia de mamíferos por sitios de muestreo.

Tabla IV.27. Mamíferos registrados en el área de estudio.

Especie	Sitios de muestreo								n
	1a	1b	2	3	4	5	6	7	
1 <i>Ammospermophilus leucurus</i>	0	0	0	1	1	3	5	2	12
2 <i>Canis latrans</i>	1	0	1	0	0	1	1	2	6
3 <i>Chaetodipus arenarius</i>	31	21	17	1	3	0	0	3	76
4 <i>Chaetodipus dalquesti</i> *	0	0	0	0	0	0	0	3	3
5 <i>Chaetodipus ruidinoris</i>	7	5	10	0	0	0	1	0	23
6 <i>Chaetodipus spinatus</i>	0	0	9	0	5	14	5	0	33
7 <i>Dipodomys merriami</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	2
8 <i>Lepus californicus</i>	0	0	1	0	0	0	0	3	4
9 <i>Lynx rufus</i>	1	0	3	0	0	0	2	0	6
10 <i>Macrotus californicus</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	5
11 <i>Neotoma lepida</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	3
12 <i>Odocoileus hemionus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2
13 <i>Oryzomys couesi</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
14 <i>Peromyscus eva</i>	6	1	0	17	0	8	0	0	32
15 <i>Procyon lotor</i>	1	0	0	0	0	5	0	0	6
16 <i>Spilogale putorius</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
17 <i>Sylvilagus bachmani</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
18 <i>Taxidea taxa</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	3
19 <i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0	11	0	0	2	2	1	17
n	50	27	56	22	10	35	21	15	236
Riqueza	9	3	10	5	4	7	7	7	

1a= Matorral en dunas, 1b= Manglar.

Ambiente marino

En el sentido ecológico estricto, una población es un grupo de individuos de la misma especie que comparten un espacio y un área determinados y que mantienen entre sí vínculos de dependencia, entre los que destaca el de la reproducción. Dependiendo del autor, hablar de las poblaciones de una comunidad puede ser tan específico o tan general según sea requerido en su estudio y dado que el fin de este apartado es solamente ilustrar de manera general el tipo de poblaciones marinas que pueden habitar la Bahía de La Paz, no se entrará en detalle, adicionalmente la información disponible en la literatura sobre la dinámica poblacional de algunas de las especies presentes es muy escasa.

Es conocido que cada población mantendrá su propia dinámica, en la que destacarán las actividades tales como natalidad, mortalidad, migración, proporción de sexos y edades, en términos generales los periodos de reproducción son los más susceptibles para las especies, ya que es cuando se presentan las tasas de mortalidad más altas, es decir, cuando los organismos dirigen gran parte de su energía al éxito reproductivo, pueden estar mermando el resto de sus actividades básicas, aunado a ello, los periodos iniciales de vida cuando los organismos son huevos y/o larvas (el mayor porcentaje de los organismos marinos pasa por alguna de estas fases) su índice de sobrevivencia es muy bajo, lo que podría verse reflejado en el reclutamiento a la población. Estas actividades pueden verse mermadas por infinidad de factores, desde los factores intrínsecos (propios de la población) como es la poca variabilidad genética hasta los factores extrínsecos como consecuencia de la convivencia con otras poblaciones (comunidad) y la variabilidad ambiental.

Considerando la información disponible que se tiene sobre las especies (en grandes grupos) registradas en la Bahía de la Paz, se encontró que hay por lo menos 131 especies de macro algas, más de 500 especies de invertebrados (cnidarios, ctenóforos, anélidos, equinodermos, moluscos y crustáceos), por lo menos 390 especies de Peces y al menos 15 especies de mamíferos marinos, esto en términos globales nos da un total de 1036 poblaciones interactuando en diversas escalas tanto espaciales como temporales.

La siguiente escala estructural es la comunidad, las comunidades están formadas por la agrupación espacio-temporal de distintas poblaciones (o fracciones de las poblaciones), en lo general se tiende a determinar las comunidades por las características ambientales del

espacio compartido, sin embargo, es importante destacar que los organismos de una comunidad por regla general comparten entre sí características de locomoción, hábitos alimenticios y valores de tolerancia similares independientemente del grupo filogenético al que pertenezcan, de este manera podemos encontrar la comunidad bentónica (Figura 1) compuesta por productores primarios (p.e macro algas), cnidarios, anélidos, equinodermos, moluscos crustáceos e incluso peces. Dadas estas características la delimitación de las comunidades para poder hacer un estudio, quedará siempre al alcance que en dicho estudio se quiera tener, sin embargo, por regla general en el ambiente marino se habla de las comunidades bentónicas (aquellas que viven adheridos al fondo o su locomoción es limitada y muy cercana al fondo), las comunidades nectónicas (que agrupa todas aquellas especies capaces de desplazarse a lo largo de la columna de agua) y las comunidades planctónicas formadas por diversos organismos de locomoción insignificante comparada con la fuerza de las corrientes, regularmente microscópicos y que viven en la capa superficial de la columna de agua. En este sentido en la Bahía y Ensenada de La Paz dichas comunidades se encuentran bien representadas.

Se han llevado a cabo diversos trabajos que pueden ayudar a comprender la estructura de las comunidades dentro de la Bahía de La Paz, de estos trabajos resaltan aquellos enfocados a comunidades bentónicas, comunidades de peces de arrecife y comunidades planctónicas. Arreola Robles (1998) por citar alguno, hace una caracterización de las especies conspicuas de las comunidades de peces asociadas a arrecifes (rocosos, coralinos y artificiales) en la Bahía de La Paz, el autor registró un total de 80 especies agrupadas en 31 familias, en términos relativos esto quiere decir que del total de especies de peces registradas en el Golfo de California al menos el 30% se encuentra representado en la Bahía de La Paz, se estimó un valor promedio de Riqueza de Margalef de 20; índice promedio de Diversidad de Shannon (H') de 2.2 y un valor promedio de equitatividad de 0.4. Por su parte para las comunidades bentónicas se han realizado trabajos específicos para equinodermos para describir su sistemática y distribución, Solís-Marín *et al.*, (1997); caracterización del hiperbentos con especial interés en su nivel de importancia dentro de las redes tróficas (de la Cruz Agüero, 2010); y más recientemente el estudio de comunidades bentónicas (moluscos bivalvos) como indicadores ecológicos de productividad secundaria (López-Rocha *et al.*, 2012). Pérez Lezama, 2005, encontró que la comunidad íctica en el plancton de la Bahía de La Paz, es más rica y diversas durante la época cálida,

d) Biodiversidad

Ambiente terrestre

Consideramos a la diversidad gamma como el número total de especies registradas en todo el paisaje. La diversidad alfa como el número de especies que hay en un sitio o localidad y que fue la unidad mínima en términos de espacio y tiempo que contiene una comunidad o ensamble. La diversidad beta se definió como la diferencia en la composición de especies entre sitios, también conocida como complementariedad.

La complementariedad entre sitios de muestreo se determinó con el coeficiente de comunidad de Jaccard. Utilizado por su confiabilidad al realizar análisis de presencia-ausencia. Para cada sitio se estimó la diversidad de Shannon-Wiener (H') y los valores obtenidos fueron comparados con pruebas de t de Hutchenson (Zar, 1996). Adicionalmente, se estimaron índices de equidad de Pielou para cada sitio.

Anfibios y reptiles.

Con base en las agrupaciones jerárquicas que se presentan en la **Figura IV.62**, se distingue un par de sitios que se complementan en un 70 % y corresponden a la vegetación de dunas costeras y al manglar, ambos localizados en El Mogote. Un segundo par de sitios relacionados en un 60 % lo conforman El Centenario y Sierra la Victoria. Las listas de especies de dos sitios son completamente distintas cuando se tiende a 100% de complementariedad.

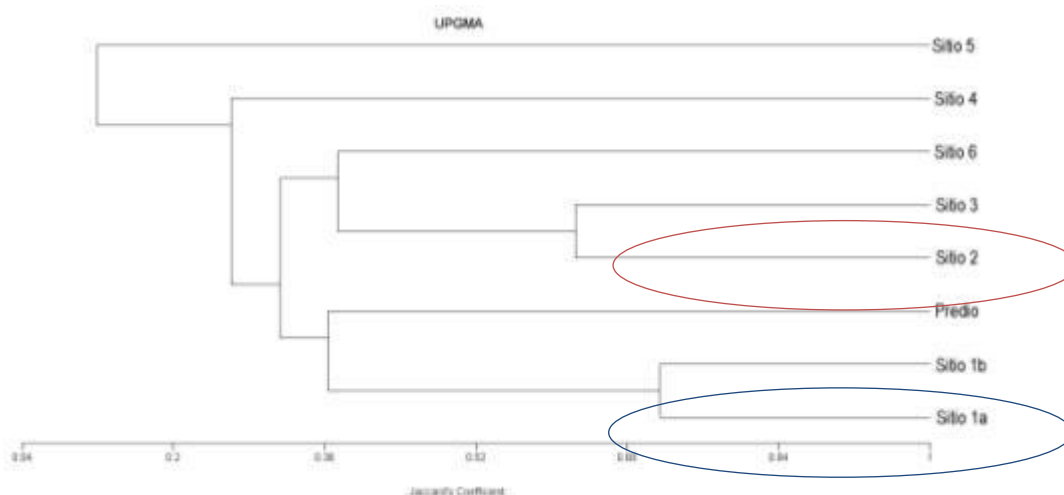


Figura IV.62. Dendrograma obtenido por el coeficiente de Jaccard que muestra el agrupamiento de los distintos sitios muestreados considerando a los reptiles.

Los valores de los índices de diversidad y de uniformidad se presentan en la **Tabla IV.28**, en la cual se aprecian en color azul los valores más altos y en rojo los valores más bajos. Los valores de diversidad variaron de 1,04 a 2,02 y en el sitio El Rosario se registro el valor más alto. Los valores del índice de uniformidad variaron de 0,64 a 0,96 y el valor más uniforme correspondió a Puerto Mejía.

Tabla IV.28. Riqueza, abundancia y diversidad de reptiles en cada uno de los sitios de muestreo.

Variables	Sitios de muestreos							
	1a	1b	2	3	4	5	6	7
Riqueza	6	6	8	5	3	9	10	9
Abundancia	74	57	55	13	5	32	27	26
Diversidad	1,1511	1,4205	1,4375	1,0438	1,0549	1,6804	2,0280	1,6128
H' máxima	1,7918	1,7918	2,0794	1,6094	1,0986	2,1972	2,3026	2,1972
Uniformidad	0,6424	0,7928	0,6913	0,6485	0,9602	0,7648	0,8808	0,7340

Aves

Para las aves la sierra La Victoria y Puerto Mejía son dos sitios que se relacionan en un 70%, cuyos índices de uniformidad y diversidad son muy cercanos. A una mayor distancia se percibe similitud entre los sitios sierra Las Cacachilas y El Rosario (37 %) y el manglar con la zona de playa (34 %) (**Figura IV.63**).

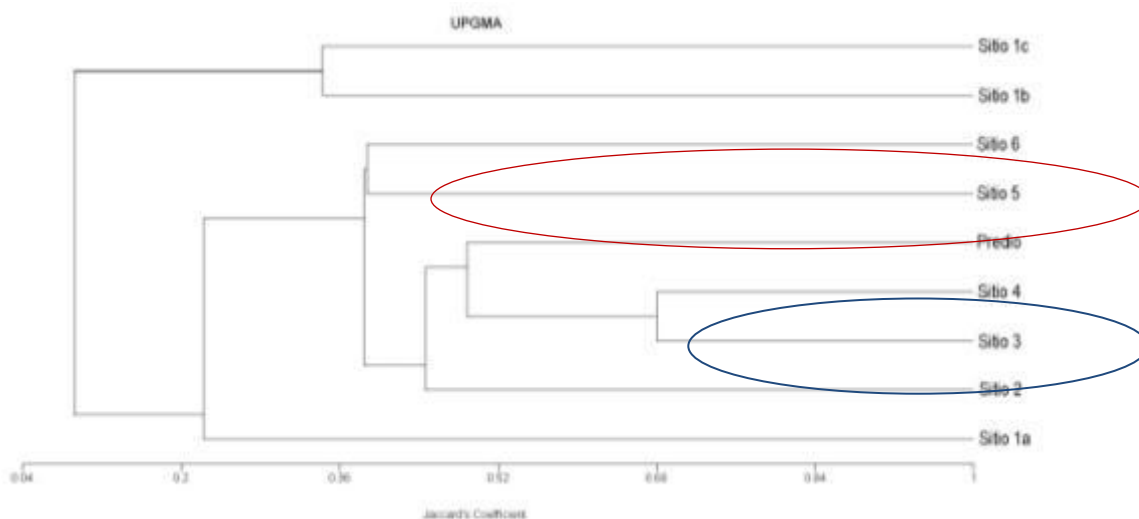


Figura IV.63. Dendrograma obtenido por el coeficiente de Jaccard que muestra el agrupamiento de los distintos sitios muestreados considerando a las aves.

Las aves presentaron variaciones en la diversidad de 1,88 a 3,25. Siendo el valor más alto para el sitio El Rosario. En cuanto a la uniformidad, el valor más alto (0,92) se registro en el Predio de CFE y el más bajo (0,65) en la zona de playa del sitio El Mogote (**Tabla IV.29**).

Tabla IV.29. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en cada uno de los sitios de muestreo.

Variables	Sitios de muestreos								
	1a	1b	1c	2	3	4	5	6	7
Riqueza	23	29	18	37	24	18	26	42	22
Abundancia	86	221	429	144	88	64	196	248	68
Diversidad	2,7782	2.8201	1.8891	3.1607	2.8576	2.5944	2.1434	3.2549	2.8645
H' máxima	3,1355	3.3673	2.8904	3.6109	3.1781	2.8904	3.2581	3.7377	3.0910
Uniformidad	0,8861	0.8375	0.6536	0.8753	0.8992	0.8976	0.6579	0.8708	0.9267

Mamíferos

En este grupo los porcentajes de similitud entre algunos de los sitios estuvieron por debajo del 50 % (**Figura IV.64**). Al igual que en el grupo de los reptiles, los sitios sierra La Victoria y Puerto Mejía se presumen cercanos, seguidos de la vegetación de dunas y el matorral sarcocrasicaule presente en El Centenario.

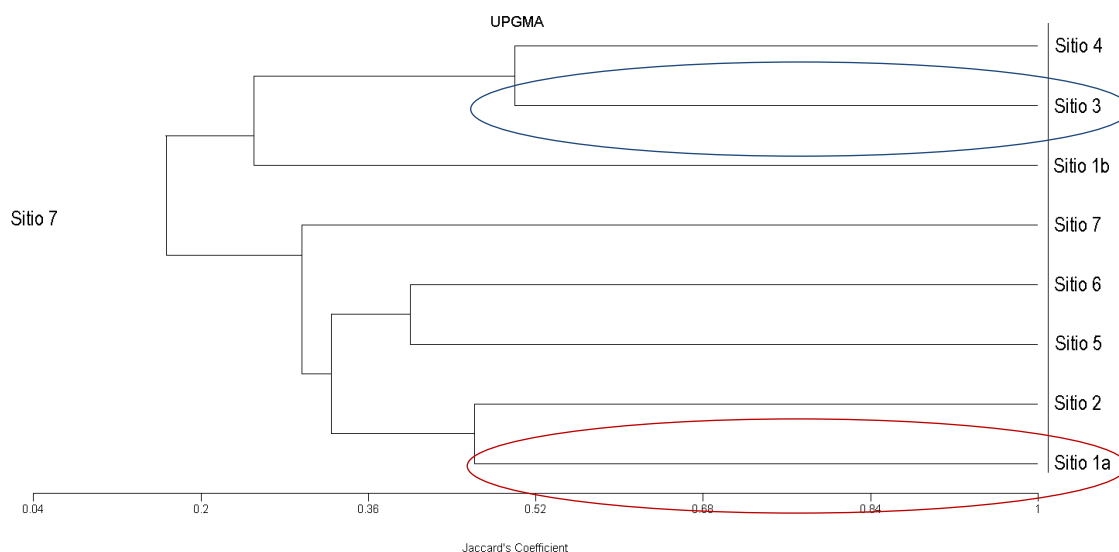


Figura IV.64. Dendrograma obtenido por el coeficiente de Jaccard que muestra el agrupamiento de los distintos sitios muestreados considerando a los mamíferos.

Los valores máximos de los índices de diversidad y de uniformidad para este grupo se registraron en el Predio de CFE (**Tabla IV.30**). Esto se debe a que la riqueza registrada en este sitio está en un valor medio y, que no se presentó una especie dominante que sesgara la distribución de las frecuencias de las especies.

Tabla IV.30. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos en cada uno de los sitios de muestreo.

Variables	Sitios de muestreos							
	1a	1b	2	3	4	5	6	7
Riqueza	9	3	10	5	4	7	7	7
Abundancia	50	27	56	22	10	35	21	15
Diversidad	1,2955	0,6298	1,8463	0,8387	1,1683	1,6211	1,7629	1,8640
H' máxima	2,1972	1,0986	2,3026	1,6094	1,3863	1,9459	1,9459	1,9459
Uniformidad	0,5896	0,5733	0,8019	0,5211	0,8427	0,8331	0,9059	0,9579

La diversidad al nivel de área de estudio considerando los tres grupos de vertebrados terrestres, se presenta en la **Tabla IV.31**. El valor más alto del índice de diversidad corresponde al grupo de las aves, lo cual está relacionado con la riqueza encontrada así como la abundancia total. Sin embargo, el valor más alto de uniformidad nos indica que un número reducido de especies presentan altas abundancias con respecto al resto de las especies. Esta situación se puede observar en la tabla 5. En cuanto a los valores obtenidos para reptiles y mamíferos, estos son muy similares, tanto para diversidad como uniformidad.

Tabla IV.31. Riqueza, abundancia y diversidad de los tres grupos al nivel de área de estudio.

Variables	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	20	90	19
Abundancia	289	1544	236
Diversidad	2,1841	3,6642	2,2264
H' máxima	2,9957	4,4998	2,9444
Uniformidad	0,7291	0,8143	0,7561

El planteamiento de la diversidad es que los ambientes no alterados se caracterizan por tener una alta diversidad o riqueza, una distribución uniforme de individuos entre las especies y una moderada a alta cantidad de individuos. En ambientes alterados, la comunidad generalmente responde con un descenso de la diversidad (específicamente con

pérdida de organismos sensibles), un aumento en la abundancia de los organismos tolerantes y por supuesto, un descenso de la uniformidad.

Para un determinado número de especies, la diversidad tiene un valor mínimo cuando la abundancia está concentrada solamente en una especie mientras que todas las demás quedan con un solo organismo, y tiene un valor máximo cuando todas las especies son igualmente comunes (Moreno *et al.*, 2011).

Habría que considerar que la diversidad observada en la muestra suele ser menor a la diversidad que se esperaría encontrar en la comunidad. Lo anterior como resultado de restricciones logísticas y de tiempos acotados para realizar los inventarios, los análisis y la presentación de los resultados correspondientes.

Ambiente marino

Están aceptados tres niveles en los que se considera a la biodiversidad (genes, especies y ecosistemas), bajo ese esquema México, junto con China, India, Colombia y Perú se encuentra entre los cinco países llamados “megadiversos”, los cuales en conjunto albergan entre el 60% y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. Esta diversidad es el resultado de la compleja topografía y geología, y de los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio. Asimismo, la ubicación geográfica de México hace que se distinga por ser el territorio de unión de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, aunado a ello, hay que considerar que las zonas costeras tienen una dinámica determinada por la interfase del continente, el océano y la atmósfera, en la que se encuentran diversos rasgos que conforman la línea de costa, como lagunas, estuarios, esteros, marismas, bahías, caletas y ensenadas entre otros.

La Bahía de la Paz, constituye el cuerpo de agua más extenso de la costa oriental de la Península de Baja California y uno de los más importantes dentro del Golfo de California. La Bahía cuenta con la presencia de una barra de arena hacia el sur de la conocida como El Mogote, ello le confiere una de las características fisiográficas más relevantes de la zona ya que la divide y limita al suroeste de la Ensenada; la Ensenada cuenta también con áreas de humedales siendo Balandra el área más importante ya que representa más de 15% de los bosques de mangle en el sureste de la península de Baja California (Calderón, 2008) está considerada como un área de importancia para la conservación de las aves AICA y región

prioritaria para conservación por la CONABIO con la categoría AB (área de Alta Biodiversidad) dentro del Complejo Insular de Baja California Sur (incluye Ensenada de La Paz y Balandra). Si bien no se encontraron valores oficiales de índices ecológicos para la zona, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) cita en el apartado correspondiente a Biodiversidad para el complejo insular de Baja California Sur: “Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves residentes y migratorias, mamíferos marinos, manglares, macroalgas, halófitas. No se conocen endemismos de especies marinas. La bahía de La Paz representa el cuerpo de agua más grande dentro de la fisiografía del Golfo de California, con alta diversidad de peces, mamíferos y aves marinas e invertebrados, así como gran heterogeneidad de hábitats”. Por su parte Balandra fue decretada área natural protegida y sitio RAMSAR desde el 02 de febrero de 2008 (CONANP, 2013), asimismo la zona marina que la rodea a todo el complejo Insular de Espíritu Santo comprende el Parque Nacional de Espíritu Santo, decretado el 10 de mayo de 2007, por la CONANP.

e) Ecosistemas

Ambiente terrestre

Reptiles

La especificidad y la fidelidad a un hábitat son atributos de algunas especies que nos permiten definir la calidad del mismo, convirtiéndolas en bioindicadoras (Blázquez, 2006). Estas especies presentan dificultad para desplazarse hacia otros partes si su entorno cambia. De manera contraria, aquellas especies que presentan poca especificidad y poca fidelidad, no son representativas del área en cuestión, siendo las primeras en detectar los cambios en el hábitat y tienen mayor facilidad para cambiarse a otro hábitat (especies detectoras).

En este sentido se mencionan las especies relevantes:

- *Phrynosoma coronatum* es una especie típica de desierto. Es relevante por ser muy sensible a la alteración del hábitat ya que requiere de un sustrato arenoso, libre de contaminación orgánica y requiere de la presencia de hormigas nativas que son su única fuente de alimentación. Se ha encontrado en la zona. Además es una especie incluida en

el Apéndice II del listado CITES. "Especies no necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe ser controlado a fin de evitar algún uso incompatible con su supervivencia. Su exportación sólo estará permitida si el animal se ha obtenido legalmente y ello no va en detrimento de la supervivencia de la especie".

- *Crotalus ruber* y *Crotalus mitchelli* ambos presentes en el área, son relevantes por estar bajo categoría de Protección especial, según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Son depredadores de mamíferos pequeños y medianos y fundamentales en el equilibrio y funcionalidad del ecosistema.
- *Dipsosaurus dorsalis* aparece como especie con muy alta fidelidad al hábitat en la zona cercana a las dunas y el manglar. Es relevante como dispersora de semillas y como presa de aves rapaces y mamíferos carnívoros medianos.
- *Coluber flagellum* aparece como de alta especificidad en el área de matorral de ciruelos, probablemente debido a la abundancia de roedores en la zona, su principal fuente de alimento. Al ser un depredador de aves (pollos), mamíferos pequeños y medianos y presa de carnívoros y rapaces juega un papel relevante en el equilibrio de las cadenas tróficas.

Las cinco especies aparecen como bioindicadoras de hábitats muy poco alterados y se han encontrado en la zona.

- *Callisaurus draconoides* es relevante por ser localmente muy abundante, ya que por requerir sustrato arenoso y altas temperaturas encuentra en el predio un hábitat muy adecuado. Aparece como especie detectora de cambios de hábitat, esto es como de las primeras que abandonan un área que se ve alterada. Está clasificada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Amenazada.
- *Aspidoscelis hyperythra* es insectívoro, abundante localmente, es endémico de la península, y tiene categoría de Amenazado.

Aves

Con base en nuestro inventario, en el área de estudio se presenta un total de 17 especies son migratorias, 64 residentes y 8 residentes y migratorias.

Tres son las especies amenazadas:

- *Falco mexicanus*.
- *Oporornis tolmiei*,
- *Vireo Belli* se encuentra amenazada tanto en México como en Estados Unidos.

- *Toxostoma cinereum* es una especie relevante por ser endémica de Baja California Sur. No se encuentra en estatus de protección.

Mamíferos

Los murciélagos representan el segundo grupo más diverso de mamíferos y México es el quinto país con las especies en el mundo (Ceballos *et al.*, 2002). *Choeronycteris mexicana* y *Leptonycteris curasoae* están incluidas en la legislación mexicana como amenazadas y *Myotis evotis* bajo protección especial Asimismo, la UICN enlista *Leptonycteris curasoae* como amenazada y a *Choeronycteris mexicana* en bajo riesgo. También incluye a la especie migratoria *Tadarida brasiliensis* como en riesgo de extinción (Hilton-Taylor 2000).

Especies relevantes:

- *Macrotus californicus* (Murciélago).- Es una especie insectívora y gregaria cuyos individuos no hibernan, pero pueden bajar su temperatura corporal por periodos cortos. Especie asociada a vegetación riparia y al matorral xerófilo, desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm. Aunque en sus refugios se observan en grupos abundantes, son muy sensibles a la perturbación (Harris, 1991). Es una especie sensible por la pérdida de su hábitat.
- *Myotis peninsularis*. Restringida a la Región del Cabo.
- *Myotis vivesi* (Murciélago pescador).- Es el único miembro americano de la familia Vespertilionidae que se alimenta de peces marinos pequeños. Esta especie no parece estar asociada directamente con algún tipo de vegetación en particular, ya que todas sus actividades son realizadas en las zonas costeras, aunque hay que considerar que dichas zonas típicamente están cubiertas por elementos del matorral xerófilo. Por presentar una distribución restringida y dentro de hábitats muy particulares es considerada una especie endémica del noroeste del país, además de estar en peligro de extinción.
- Las especies de murciélagos *Leptonycteris curasoae*, *Lasiurus cinereus*, *Antrozous pallidus*, *Eumops underwoodi* y *Tadarida brasiliensis*, son especies migratorias. Las poblaciones de la primera, se consideran están declinando.

Los roedores por su parte, representan un recurso invaluable para la cadena trófica en las zonas áridas, son depredados por aves rapaces y carnívoros, además son excelentes dispersores de semillas. Lo anterior les confiere relevancia a este gremio. Las especies relevantes:

- *Chaetodipus dalquesti*. Endémica con distribución restringida.
- *Peromyscus eva*. Restringida a BCS.
- *Sorex ornatus*. Posse una distribución restringida.

Ambiente marino

La primera definición de ecosistema fue propuesta por Tansley en 1935 como "Complejo integrativo y holístico que combina los organismos y el ambiente físico dentro del mismo". Recientemente algunos otros autores lo han definido como cualquier sistema relativamente homogéneo desde los puntos de vista físico, químico y biológico, donde poblaciones de especies se agrupan en comunidades interactuando entre sí y con el ambiente abiótico (Karr, 1994). En general, se puede considerar un ecosistema cualquier sistema que comprenda entre sus componentes productores, consumidores y descomponedores que estén vinculados a través de relaciones interdependientes; entre ellos y con un medio abiótico.

Los ecosistemas acuáticos costeros son aquellos cuerpos de agua que se encuentran en la zona litoral, manteniendo una comunicación permanente o temporal con el mar y que pueden o no estar conectados a sistemas dulceacuícolas. Esto hace que el tipo de salinidad presente en las aguas de estos sistemas vaya desde salobre hasta típicamente marina (Burke *et al.*, 1988). De acuerdo a la clasificación de Cervantes (1994), se consideran, dentro de este tipo general, los siguientes cuerpos de agua:

- Marisma. Es un terreno bajo y anegado, localizado a orillas del mar o de los esteros. Se encuentra inundado por las aguas del mar, ya sea por las mareas y sus sobrantes o por el encuentro de las aguas marinas con la desembocadura de los ríos. Presenta vegetación de juncos, hierbas y cañas además de pequeñas lagunas y canales intercalados.
- Laguna costera. Es una depresión de la zona costera, ubicada por debajo del promedio mayor de las mareas más altas, que tiene una comunicación permanente o efímera pero protegida de las fuerzas del mar por algún tipo de barrera, la cual puede ser arenosa o formada por islas de origen marino que, en general, son paralelas a la línea de costa. Son cuerpos de aguas someras y de salinidad variable.

- Estero. Es un cuerpo de agua formado en un canal natural o en antiguos brazos de un delta de río actualmente cerrado. En sus aguas se alternan períodos de estancamiento y de circulación, determinados por el ciclo diario o estacional de las mareas y por la magnitud y penetración de las corrientes de mareas, lo que origina que sus aguas presenten salinidad variable.
- Estuario. Es un cuerpo de agua costero semi cerrado, con una conexión libre con el mar, dentro del cual el agua de mar se diluye significativamente con el agua dulce que proviene del drenaje terrestre. Se encuentran bordeados y parcialmente cortados desde el océano por masas de tierra, las cuales son perpendiculares a la línea de costa.
- Bahía. Es una entrada del mar en la costa, de extensión considerable.

Por su parte el mismo autor, considera como ecosistemas acuáticos marinos a todos aquellos localizados en el área de la plataforma continental y que no excedan los 6 metros de profundidad en marea baja, en esa perspectiva, dentro de este tipo se ubican únicamente los arrecifes, no obstante, hay autores que mencionan al ecosistema marino como una sola unidad abarcando los ambientes pelágicos, mesopelágicos y batipelágicos, o bien la clasificación más aceptada por la comunidad científica referente a los Grandes ecosistemas marinos (LMEs, por sus siglas en inglés de la NOAA) y que fueron delineados con base en la batimetría, hidrografía, productividad y relaciones tróficas (NOAA, 2013).

Uno de los objetivos más importantes del estudio de los ecosistemas marinos es el conocimiento de su estructura y flujo de energía como “indicadores de salud” lo cual es necesario para evaluar y gestionar de forma sostenible los recursos naturales, especialmente en el marco de la variabilidad ambiental y el impacto de origen antropogénico que puede llegar a ser positivo o negativo.

Con Base en las características cualitativas que brinda la CONABIO se señala que la zona prioritaria que incluye la Bahía de La Paz y Balandra cuenta con zonas de acantilados, playas, marismas, dunas costeras, lagunas, costas, bahías, arrecifes, zona oceánica e islas, y que destacan los ambientes litoral, infralitoral, pelágico y laguna costera con alta integridad ecológica. Esto significa diferentes tipos de subsistemas limitados por las características físicas mencionadas.

En este sentido dentro de la Bahía de La Paz, encontramos ecosistemas intermareales, destacando los humedales, la zona de manglar, y las áreas de línea de costa formada por playas rocosas de diferentes formas estructurales, que ayudarán ofrecer refugio a los organismos que allí habiten; o bien por playas arenosas, consideradas como las más ampliamente distribuidas y regularmente menos diversas. En el ambiente propiamente marino (sumergido) está el ecosistema pelágico-nectónico, y los ecosistemas bentónicos destacando los arrecifes coralinos y los arrecifes rocosos.

f) Ecosistemas ambientales sensibles

Ambiente terrestre

No existen los trabajos suficientes para realizar un análisis que nos permita identificar aquellas zonas críticas (con alta concentración de especies o taxa relevantes, o con características únicas) dentro del matorral xerófilo.

Manglares (Nombre del sitio Ramsar: Humedales Mogote-Ensenada de La Paz).

Los manglares de la ensenada de La Paz, son importantes áreas de anidación de aves vadeadoras, tales como la garza morena *Ardea herodias*, garza ganadera *Bubulcus ibis*, garceta rojiza *Egretta rufescens*, *E. thula*, garza tricolor *E. tricolor*, *E. caerulea*, Pedrete corona clara *Nyctanassa violacea*, *Nycticorax nycticorax*, *Eudocimus albus*, *Butorides striatus*, *Rallus limicola* (endémico), *Charadius wilsonia* y *Sternula antillarum* (Becerril y Carmona 1997).

En el manglar más grande de la ensenada, El Mogote, de todas las especies de aves que ocurren, el 37% son migratorias. De relevancia, el manglar Zacatecas, que pertenece a este complejo, es lugar de reproducción de *Sternula antillarum* (Laridae) (gallito marino menor), especie de ave migratoria reproductora proveniente del Sur, que se encuentra bajo protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Debido a la fuerte presión que tienen las zonas costeras por causa de los potenciales desarrollos turísticos de gran escala y la atracción del recurso como elemento paisajístico, los manglares son referidos como otro ambiente típicamente vulnerable; ya sea por la tala y desaparición para la construcción de hoteles, o bien por su degradación producto de las perturbaciones que se registran por su cercanía con los centros de servicio, el afluente de

personas y el vertido de sustancias contaminantes. Actualmente los manglares se encuentran protegidos por la NOM-022-SEMARNAT-2003 y en el estado se registran zonas de alto interés para la conservación (**Figura IV.65**).

Ambientes extremos hipersalinos

Zonas relevantes por su alta biodiversidad, sobre todo en cuanto al grupo de cianobacterias.

Otra zona de importancia para su conservación son los cardonales por su relevancia para la conservación no solo de las dos especies cactáceas columnares que se registran en el estado sino de la gran cantidad de flora y fauna asociada a estos ecosistemas y que usan estas grandes cactáceas como sitios de refugio, para anidación o como fuente de alimento.

Áreas prioritarias para la conservación de flora y fauna

El proyecto de Ordenamiento Ecológico Territorial de Baja California Sur con base en el análisis de la información referente a zonas de alta riqueza de especies de flora, fauna, zonas prioritarias (terrestres, hidrológica y marinas), AICAS, especies bajo estatus de protección en la NOM-059- ECOL-2010, endemismos y especies prioritarias (por ser clave o ecológicamente relevantes) se generó el mapa de áreas prioritarias para la conservación de flora y fauna en B.C.S. (**Figura IV.66**).

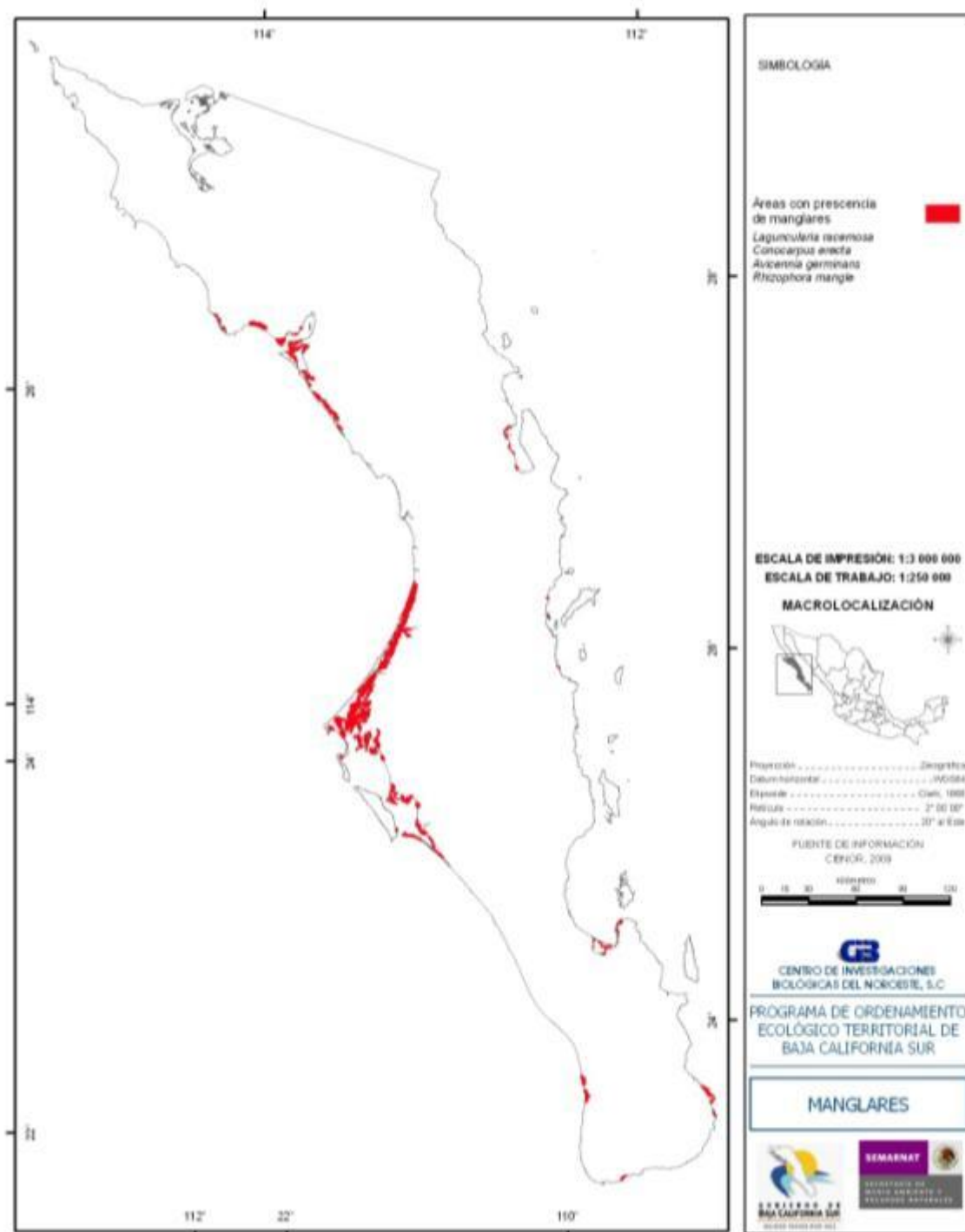


Figura IV.65. Distribución del manglar en Baja California Sur.

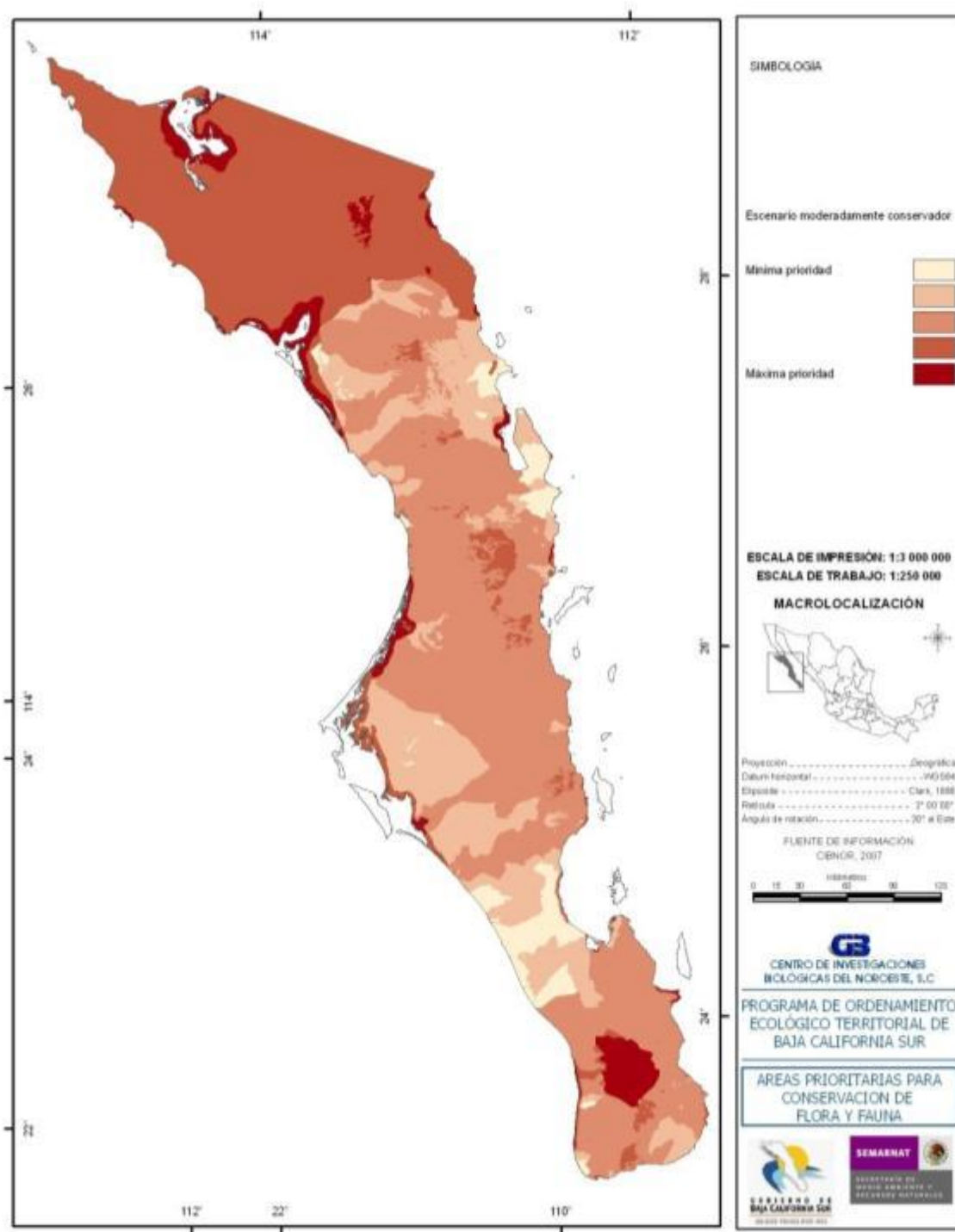


Figura IV.66. Áreas prioritarias para conservación de flora y fauna en Baja California Sur.

Ambiente marino

En México no existe aún una clasificación oficial que haga referencia a los sistemas marino sensibles o vulnerables. Es difícil asignar un valor de sensibilidad o vulnerabilidad a las sistemas ya que se deberán de considerar las características estructurales y funcionales de cada sistema y después especificar a qué variables resultan ser más sensibles o vulnerables, esto es, se puede ser sensible a características ambientales, como cambios extremos en la temperatura, corrientes, etc, o pueden ser más vulnerables a la extracción de una especie clave, o a la introducción de una especie exótica, o pueden ser latamente sensibles a interacciones intra o inter específicas.

No obstante, se ha generalizado la asignación del término de *ecosistemas sensibles* a aquellos sistemas que son altamente diversos como los arrecifes de coral y los humedales particularmente si existen zona de manglar.

En este sentido encontramos que dentro de la Bahía de La Paz, se encuentran representados ambos ecosistemas, los arrecifes coralinos brindan diversos bienes y servicios ambientales: son lugares importantes para la reproducción y cría de diversas especies, adicionalmente poseen un alto valor estético y recreativo. Actualmente, existen 13 ANP que protegen zonas con arrecifes de coral, nueve de ellas localizadas en el Golfo de México y el Mar Caribe y las restantes cuatro en la costa del Pacífico. También dentro del marco de la Convención de Humedales de Importancia Internacional Ramsar se han protegido zonas con arrecifes de coral. De los 51 sitios mexicanos inscritos dentro de la Convención, 11 tienen dentro de sus áreas zonas con arrecifes de coral. Existen también leyes y normas mexicanas encaminadas a la protección de estos ecosistemas, algunas de las cuales actúan directamente o indirectamente como mecanismos de protección de los arrecifes o de las especies que los habitan. Entre ellas pueden citarse la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas, la Ley de Pesca, la NOM-059-SEMARNAT-2010 (que enlista a las especies de flora y fauna en alguna condición de riesgo), la NOM-022-SEMARNAT-2003 (que establece las especificaciones para la preservación, conservación y restauración de los humedales costeros), la NOM-006-PESC-1993 (establece la regulación para el aprovechamiento de todas las especies de langosta), la NOM-008-PESC-1993 (ordena el aprovechamiento de las

especies de pulpo), la NOM-013-PESC-1994 (establece la regulación para el aprovechamiento de las especies de caracol) y la NOM-029-PESC-2000 (que regula la pesca responsable del tiburón y especies afines). En materia de ecoturismo, existe la NOM-05-TUR-1998, que establece los requisitos mínimos de seguridad a que deben sujetarse las operadoras de buceo para garantizar la prestación del servicio y vigilar que las actividades se lleven a cabo sin dañar la flora y fauna silvestre acuática.

Por su parte, los humedales costeros, en particular aquellos en los que hay presencia de manglar, brindan una gran variedad de servicios ambientales: son zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines, por lo que sostienen gran parte de la producción secundaria, poseen un alto valor estético y recreativo, actúan como sistemas naturales de control de inundaciones y como barreras contra huracanes e intrusión salina, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico, contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y sirven de refugio de flora y fauna silvestre, entre otros. Como se mencionó anteriormente, Balandra es considerada como una de las zonas más importantes del Estado ya que representa más del 15% de los bosques de mangle en el sureste de la península de Baja California (Calderón, 2008) está considerada como un área de importancia para la conservación de las aves AICA y región prioritaria para conservación por la CONABIO con la categoría AB (área de Alta Biodiversidad) dentro del Complejo Insular de Baja California Sur (incluye Ensenada de La Paz y Balandra). Oficialmente la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, establece las especificaciones para la preservación, conservación aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

IV.2.3 Medio socioeconómico

El proyecto se desarrollará en la microrregión de La Paz conurbada por el libramiento Pichilingue, siendo la ciudad de La Paz la localidad más cercana a éste.

La ciudad de La Paz pertenece al municipio de La Paz, y es la capital del estado de Baja California Sur. Su economía se basa principalmente en los servicios, ya que siendo capital del Estado alberga en ella casi todas las instituciones públicas y en menor grado se desarrolla la actividad turística y comercial.

En este capítulo se describen las características sociales y económicas más importantes de la población de la ciudad de La Paz y también se toma en cuenta la población de El Rosario y de San Pedro por encontrarse dentro de la zona de estudio, así como descripciones a nivel municipal. Para esto se consultaron las fuentes de información más recientes del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consejo Nacional de Población (CONAPO), Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de La Paz, Gobiernos Estatales y Municipales e informes del Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de La Paz de la SEMARNAT. Después de revisar la información bibliográfica obtenida, se realizó una salida al sitio para levantar datos sobre la percepción de la población respecto al proyecto.

Demografía

Dinámica de la población

De acuerdo al Plan Municipal 2011-2015, el municipio de La Paz ha registrado tasas de crecimiento de la población superiores al promedio nacional en las últimas décadas, mientras que a partir de los años 80 la tasa de crecimiento ha sido menor a la registrada para el estado de Baja California Sur. Para la década de 2000-2010 Baja California Sur tuvo una tasa de crecimiento de 4,15, el Municipio de La Paz 2,49 y la tasa nacional fue de 1,43. Según el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, el Estado cuenta con 637 026 habitantes, el Municipio de La Paz con 251 871, La ciudad de La Paz con 215 178, El Rosario con 91 y San Pedro con 568 (**Tabla IV.32**).

Tabla IV.32. Población total de 1990-2010.

Localidad	1990	1995	2000	2005	2010
Baja California Sur	317 764	375 949	424 041	512 170	637 026
Municipio La Paz	160 970	182 418	196 907	219 596	251 871

Fuente: Archivo histórico de localidades INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI.

Composición de la población por edad y sexo

El Municipio de La Paz tiene más hombres que mujeres, la relación hombres-mujeres es de 100.74. En cambio en la localidad de La Paz, habitan más mujeres, con una relación de 98.80. Para el caso de El Rosario y San Pedro, la relación hombres-mujeres es de 121.95 y 113.53 respectivamente (**Tabla IV.33**).

Tabla IV.33. Número y densidad de habitantes, 2010.

Localidad	Total hab	Hombres	Mujeres	Relación hombres-mujeres
Municipio La Paz	251 871	126 397	125 474	100.74
La Paz	215 178	106 938	108 240	98.80
El Rosario	91	50	41	121.95
San Pedro	568	302	266	113.53

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI.

La población de 0 a 14 años en el municipio es de 64,202 habitantes, en la localidad de La Paz es de 54, 128 y para El Rosario son 58 personas. El 67,74% del total de la población del municipio tiene 18 años o más de edad, en la localidad de La Paz es el 68.08% y en El Rosario el 63.74%. Hay 69 890 mujeres que se encuentra en edad reproductiva en el Municipio de La Paz, 60 794 en la ciudad de La Paz, 19 en El Rosario y 141 en San Pedro (**Tabla IV.34**). La población adulta mayor, de 60 y más años, constituye un 8,18% del total de habitantes del Municipio de La Paz, en la ciudad de La Paz el 7,92% son adultos mayores, en el Rosario 12,09% y en San Pedro el 10,39%.

Tabla IV.34. Población según edades y sexo, 2010.

Localidad		0 a 2 años	3 a 5 años	6 a 11 años	8 a 14 años	12 a 14 años	15 a 17 años	18 a 24 años	Mujeres de 15 a 49 años	60 y Más años
Municipio La Paz	Total	12501	12662	26239	30282	12800	1370	32659	69890	20597
	P.Masculina	6265	6479	13317	15343	6486	7028	16760		9878
	P.Femenina	6236	6183	12922	14939	6314	6679	15899		10719
La Paz	Total	10488	10641	22159	25612	10840	1153	27844	60794	17029
	P.Masculina	5266	5464	11280	12965	5473	5873	14080		7922
	P.Femenina	5222	5177	10879	12647	5367	5658	13764		9107
El Rosario	Total	6	6	11	13	5	5	7	19	11
	P.Masculina	3	4	7	7	2	3	2		7
	P.Femenina	3	2	4	6	3	3	5		4
San Pedro	Total	35	30	84	79	29	19	65	141	59
	P.Masculina	17	15	48	51	20	10	34		35
	P.Femenina	18	15	36	28	9	9	31		24

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI.

Origen de la población (procesos migratorios)

Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y el Cuaderno Estadístico Municipal de La Paz 2000, se encontró que el 68,5% de la población de La Paz nació en la entidad, 0,5% nació en otro país, 0,8% no especificaron y un poco más de la tercera parte, el 30,2% nacieron fuera del estado de Baja California Sur. Sinaloa ocupa el primer lugar de migración hacia la entidad con 16,4%, Distrito Federal 12,8%, Jalisco 8,1%, Durango 7,6%, Baja California y Sonora 6,5% y Otras entidades 4,2%. Con base en lo anterior podemos deducir un 31,5% de inmigración y más de dos terceras partes de la población perteneciente a la localidad, por lo que los rasgos de identidad y tradición son similares.

La Población de 5 años y más que reside en junio de 2005 en otra entidad es de 16 158 en el Municipio de La Paz. En el caso de la ciudad de La Paz, se registran 13 259 personas, en El Rosario 80 y en San Pedro 490. La mayoría de los residentes en otra entidad son hombres (**Tabla IV.35**).

Tabla IV.35. Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005.

Nombre de la localidad	Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005
Municipio La Paz	16 158	8 819	7 339
La Paz	13 259	6 996	6 263
El Rosario	80	43	37
San Pedro	490	264	226

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI.

Población económicamente activa

Las personas económicamente activas son aquellas de 12 y más años de edad que tiene vínculo con la actividad económica o que lo buscan. La población que se encuentra en esta condición en el Municipio de La Paz es de 114 212 habitantes (**Tabla IV.36**), la mayoría masculina, representando un 57,94% de la población que se encuentra dentro del rango de 12 y más años de edad. En La Paz representa un 58,21% y en El Rosario un 50%, siendo también la mayoría hombres.

Tabla IV.36. Población económicamente activa y no económicamente activa, 2010.

Nombre de la localidad	Población económicamente activa	Población masculina económicamente activa	Población femenina económicamente activa	Población no económicamente activa	Población masculina no económicamente activa	Población femenina no económicamente activa
Municipio	114 212	72 656	41 556	82 339	25 666	56 673
La Paz	98 286	60 539	37 747	70 147	22 628	47 519
El Rosario	34	30	4	34	6	28
San Pedro	207	170	37	209	50	159

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI.

Población ocupada

La población económicamente activa se divide en dos, población ocupada y desocupada. Según INEGI, las personas ocupadas son aquellas de 12 y más años de edad que realizan alguna actividad económica durante al menos una hora. En cuanto a la población desocupada, se refiere a las personas de 12 años y más que buscan trabajo porque no están vinculadas a una actividad económica o trabajo. El 95,57% de la población económicamente activa del Municipio de La Paz se encuentra ocupada, en la ciudad de La paz es el 95,37%, en El Rosario el 100% y en San Pedro 91,79%. En la **Tabla IV.37** se aprecia la población ocupada y desocupada por localidad y sexo. Baja California Sur pertenece al área geográfica de salarios mínimos "A", siendo el salario mínimo para esta área de \$64,76 pesos.

Tabla IV.37. Población ocupada y población desocupada, 2010.

Nombre de la localidad	Población ocupada	Población masculina ocupada	Población femenina ocupada	Población desocupada	Población masculina desocupada	Población femenina desocupada
Municipio La Paz	109 157	68 887	40 270	5 055	3 769	1 286
La Paz	93 735	57 177	36 558	4 551	3 362	1 189
El Rosario	34	30	4	0	0	0
San Pedro	190	159	31	17	11	6

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI.

Actividades productivas

Agricultura

La agricultura del municipio se desarrollo en aproximadamente 16 325 hectáreas, distribuidas en 5 delegaciones principales: El Valle de La Paz, Todos Santos-El Pescadero, Los Planes, Los Barriles y Los Dolores.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de La Paz de, XII Ayuntamiento, específicamente en el Valle de La Paz los cultivos principales son naranja, mango, alfalfa, dátil, zacate buffel, palma coco, palma de ornato, plumosa, real, washington y viajera. En invierno también hay cultivos de chile poblano, tomatillo verde, tomate saladette y cherry, avena forrajera y maíz de grano. En el periodo de primavera-verano, tomate saladette, tomate rpio grande y tomatillo verde dentado. En el Cuaderno Estadístico Municipal de La Paz, edición 2005, se registró que el valor de la producción agrícola en el municipio para el periodo 2003-2004 fue de \$620 162 900.00 pesos.

Ganadería

La ganadería en el municipio de La Paz, se desarrolla en una superficie aproximada de 2 201 163 hectáreas, principalmente bajo el régimen de pastoreo extensivo. Se explota en su mayoría ganado bovino productor de carne destacando el brahmán, gyr, charoláis, charbay, brangus, beffmaster y simental. También se lleva a cabo la ganadería lechera en los ejidos de El Centenario y Chametla, predominando las razas holstein y jersey. La caprinocultura se lleva a cabo en todo el municipio pero con más fuerza hacia el norte, en la delegación de Los Dolores.

La ovinocultura se concentra en el área rural periférica de La Paz, Melitón Albáñez, La Conquista Agraria, San Pedro y Los Planes. Aunque existen algunas granjas formales para la porcicultura, esta es generalmente de traspatio para fines de autoconsumo al igual que la cunicultura. Así mismo, existe la crianza de aves de forma rudimentaria en los ranchos produciendo huevo y pollo de autoconsumo.

Otra de las actividades importantes es la apicultura, ya que la miel que se produce es de muy buena calidad y además se generan subproductos como la cera, el propolio y licor de miel. Se lleva a cabo principalmente en Los Barriles, San Bartolo, San Juan de Los Planes, San Antonio, Todos Santos y El Centenario. En el 2004 se registró un valor total de \$42 771 000.00 de pesos de la producción de carne en canal de las principales especies ganaderas, \$25 478 700.00 de pesos de otros productos pecuarios y \$1 661 100.00 pesos de la producción de miel y cera en greña.

Pesca

La pesca que se realiza en el municipio de La Paz es la pesca ribereña. Las principales especies que se capturan son la almeja chocolata, camarón, guachinango, ostión, mantarraya, sierra, pierna y tiburón. En el año 2005 se tuvo una producción de 5 857

toneladas. Los productos se comercian a través de pescaderías propiedad e cooperativas pesqueras y otras particulares.

Comercio

En el año 2005 se registraron en el padrón de giros comerciales 1 089 establecimientos con permiso de venta de alcoholes y 9 723 pequeñas empresas de compra venta de productos y prestadoras de servicios.

En el cuaderno estadístico municipal de La Paz, se encuentra que en el año 2003 la mayoría de unidades económicas del comercio al por mayor estaban dedicadas al comercio de materias primas agropecuarias, para la industria y materiales de desecho. Y en el comercio al por menor la mayoría de unidades eran para el comercio de alimentos, bebidas y tabaco.

Turismo

El turismo es una actividad importante para el desarrollo del municipio, ya que genera una considerable derrama económica. El municipio cuenta con atractivos principalmente naturales que atraen a turistas de distintos lugares del país y del mundo. Dentro de los destinos visitados destacan La Paz, Todos Santos, Santuario de Los Cactus, El Sargento-La Ventana, El Triunfo, Los Barriles y la isla Espíritu Santo.

En el año 2004 se registraron 2 043 establecimientos de hospedaje en el municipio y 145 establecimientos de preparación y servicio de alimentos y/o bebidas con categoría turística.

Grado de marginación

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en las localidades pequeñas.

La marginación se identifica por grados, grado de marginación muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, esto quiere decir, que la población con el grado de marginación muy alto es la población con más carencias en educación, vivienda e ingresos monetarios; y la población con el grado de marginación muy bajo es la población con un mejor nivel de bienestar respecto de la demás población de la ciudad.

En la **Figura IV.67** se representa en el plano de la ciudad de La Paz, B. C. S. el grado de marginación de las colonias que forman parte de la ciudad al año 2010.

Es importante recalcar que de acuerdo al Cuaderno de Información Municipal 2008 de La Paz dos de las colonias más pobladas que se encuentran ubicadas cerca del proyecto: Manuel Márquez de León y Granjas Manuel Márquez de León se clasifican con un índice de marginación muy alto.

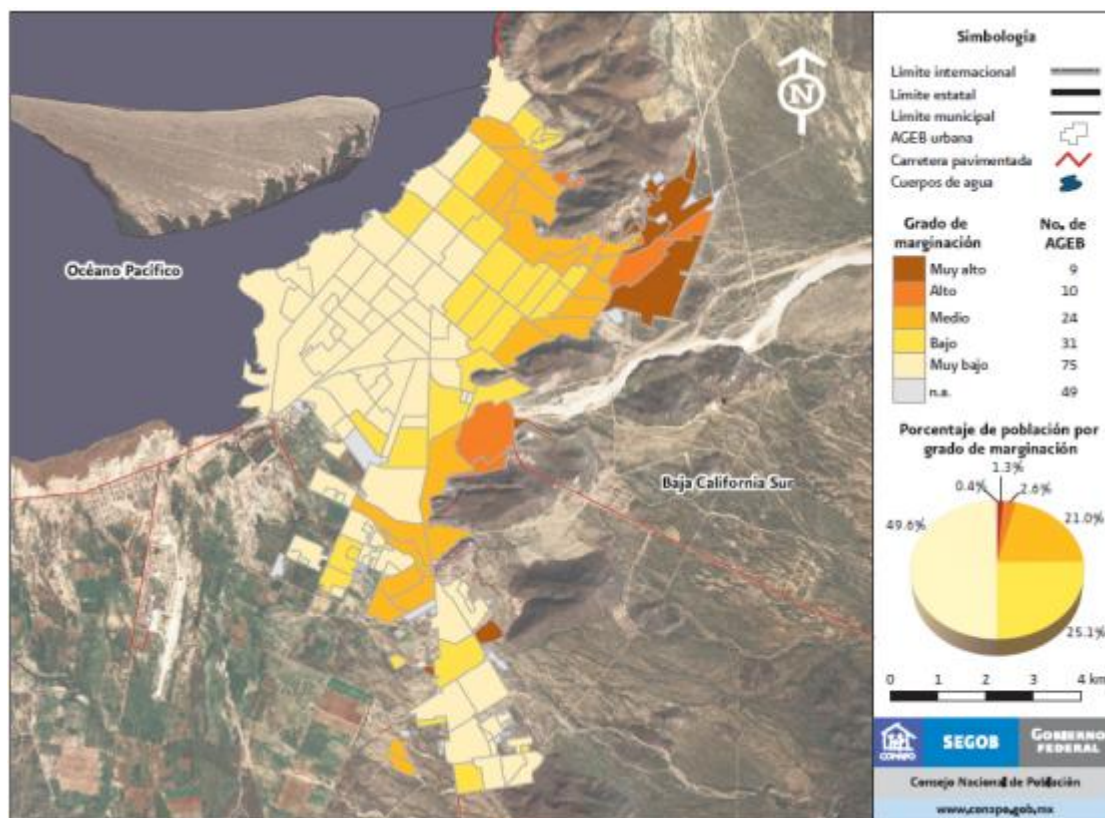


Figura IV.67. Grado de marginación urbano por AGEB, La Paz, B.C.S., 2010. Fuente: Consejo Nacional de Población

Vivienda

El número total de viviendas en el Municipio de La Paz es de 89 331 de las cuales el 79,72% se encuentran habitadas. En la ciudad de La Paz hay 75 238 viviendas, 82,33% habitadas. Y en El Rosario son 22 y en San Pedro 214, habitadas en un 100% en ambas localidades (**Tabla IV.38**).

El 97,48% de la población habita en viviendas particulares en el Municipio de La paz, con un promedio de 3,51 ocupantes por vivienda de y 0.93 habitantes por cuarto. En la ciudad de La Paz el 98,34% del total de la población habita en viviendas particulares, el promedio de ocupantes por vivienda es de 3,47 y el promedio de habitantes por cuarto es de 0,9. En El Rosario y San Pedro el 100% de la población habita viviendas particulares. En El Rosario el promedio de ocupantes por vivienda es de 4,55, habitando en promedio 1,49 personas por cuarto. En San Pedro habitan en promedio 3,76 personas por vivienda, y 1,32 personas por cuarto.

De acuerdo al Consejo Nacional de Población, se considera que hay hacinamiento en una vivienda cuando duermen en un cuarto más de dos personas, por lo que se concluye que para el caso de las localidades analizadas no existe un grado de hacinamiento grave.

Tabla IV.38. Número de viviendas y promedio de ocupantes, 2010.

Nombre de la localidad	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares	Total de viviendas particulares habitadas	Ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio de habitantes por cuarto en viviendas particulares
Municipio de La Paz	89 331	71 212	88 128	71 099	245 514	3.51	0.93
La Paz	75 238	61 947	74 220	61 921	211 611	3.47	0.9
El Rosario	22	20	22	20	91	4.55	1.49
San Pedro	214	151	214	151	568	3.76	1.32

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI

La mayoría de las viviendas particulares habitadas en el Municipio de La Paz, en la Ciudad de La Paz y en El Rosario cuentan con piso de material diferente de tierra (**Tabla IV.39**). En el Municipio de La Paz el 90,42% dispone de luz eléctrica, agua entubada a la red pública y drenaje. En la ciudad de La Paz el 96% de las viviendas habitadas cuenta con los tres servicios y en El Rosario el 65%.

Tabla IV.39. Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra y viviendas particulares habitadas con luz eléctrica, agua entubada de red pública y drenaje, 2010.

Nombre de la localidad	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	Viviendas particulares habitadas sin ningún bien
Municipio de La Paz	67 760	1 976	64 291	421
La Paz	59 454	1 307	58 638	211
El Rosario	19	1	13	0
San Pedro	*	*	*	*

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI

*Datos reservados. INEGI

Las viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica en el Municipio de La Paz son 68 404, es decir, 96,2% del total. En la Ciudad de La Paz son 60 311, lo que representa un 97,4% y en El Rosario todas las viviendas habitadas cuentan con luz eléctrica.

Servicios de comunicaciones y transportes

Hay oficinas de correos y telégrafos que satisfacen a la mayoría de las localidades. Se cuenta con el servicio de internet y distintas compañías de cable principalmente en la ciudad de La Paz y en algunas otras localidades. Opera el Sistema de Radio Gobierno, así como estaciones con AM y FM. La señal de la televisión local llega a casi todas las comunidades. Se publican periódicos locales que son distribuidos por todo el Estado.

En cuanto al servicio telefónico, se encuentran los servicios de la empresa Teléfonos de México (TELMEX) desde donde la población se puede comunicar a cualquier lado del país o del mundo. También se cuentan con los servicios de telefonía celular de las empresas TELCEL, NEXTEL y MOVISTAR, así como los servicios de Internet.

Las vías de transportación aérea, terrestre y marítima comunican al municipio con el resto de las poblaciones del Estado y de México y con algunas entidades de otros países. La transportación terrestre se hace principalmente por la carretera transpeninsular que atraviesa el municipio y a todo el Estado de norte a sur, además existen otras carreteras menores que

conecta a las principales localidades del municipio y también hay carreteras de terracería y caminos rurales para conectar a las rancherías.

En la ciudad de La Paz está el aeropuerto internacional, dando entrada a líneas nacionales e internacionales que comunican al municipio y al estado de Baja California Sur con el resto de la República Mexicana y otros países, además existen aeropistas en algunas comunidades como Todos Santos, Los Planes, Pescadero y San Juan de la Costa.

Se cuenta con tres puertos; La Paz, Pichilingue y San Juan de la Costa. El puerto de La Paz, ubicado dentro de la Bahía de La Paz, se creó para fines de comerciales, sin embargo, debido a la actividad turística actual del municipio y del Estado es ahora aprovechado también para ese sector. En el puerto de Pichilingue se realiza la mayoría del movimiento de carga y pasaje, principalmente hacia Mazatlán y Topolobampo.

Salud y seguridad social

Se recibe atención del sector salud a través del IMSS, ISSSTE, ISSSTE estatal y Seguro Popular. El 77% de la población total del Municipio de La Paz es derechohabiente. En la Ciudad de La Paz el 78,64% y en El Rosario el 73,63% (**Tabla IV.40**).

Tabla IV.40. Población derechohabiente a servicios de salud y población sin derechohabencia a servicios de salud, 2010.

Nombre de la localidad	Población Total	Población derechohabiente a servicios de salud	%
Municipio de La Paz	251 871	193 945	77
La Paz	215 178	169 216	78,64
El Rosario	91	67	73,63
San Pedro	568	*	*

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI

*Datos reservados. INEGI

Educación

De acuerdo al INEGI, se considera persona analfabeta a aquella que tiene 15 o más años de edad que no sabe leer ni escribir un recado. En el Municipio de La Paz hay 2 017 personas analfabetas y 5 609 personas sin escolaridad (**Tabla IV.41**). En la ciudad de La Paz la población analfabeta es de 1 204 y hay 3 711 personas sin escolaridad. En el caso del Rosario son 2 personas analfabetas y 4 que no cuentan con escolaridad.

Se cuenta con 498 planteles escolares en el municipio y con 328 en la ciudad de La Paz.

Tabla IV.41. Características educativas de la población, 2010.

Nombre de la localidad	Población de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más sin escolaridad	Grado promedio de escolaridad
Municipio de La Paz	2 017	5 609	10.15
La Paz	1 204	3 711	10.58
El Rosario	2	4	6.75
San Pedro	*	*	*

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI

*Datos reservados. INEGI

Infraestructura y servicios

Aqua

Los indicadores del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de La Paz, tuvieron como resultado en julio del 2012 una cobertura de agua potable del 96,91%, cobertura de drenaje y alcantarillado de 90,52% y tratamiento de aguas residuales del 82,25%. Hay dos presas en el municipio; la presa de la Buena Mujer con capacidad de almacenamiento de 10 millones de metros cúbicos y la presa Agustín Olachea con capacidad de 11 millones de metros cúbicos. En Baja California Sur existen 39 acuíferos (**Figura IV.68**), de los cuales 7 están sobreexplotados, 25 en equilibrio y 7 subexplotados. Existe una situación de escasez e incremento en la demanda de agua en el Estado, siendo los principales problemas identificados son el deterioro de la calidad del subsuelo, inexistencia del marco jurídico-normativo que regule el uso del agua, insuficiencia de infraestructura hidráulica y poco aprovechamiento del agua de mar como fuente alterna.



Figura IV.68. Acuíferos en Baja California Sur. Imagen de la Comisión Nacional del Agua, 2012.

Drenaje

De acuerdo al informe del Ordenamiento Ecológico del Municipio de La Paz, del XII Ayuntamiento, existen tres plantas de tratamiento y lagunas de estabilización en el municipio. En la ciudad de La Paz, la planta de tratamiento tiene una capacidad instalada de 450 litros por segundo (lps) y sus efluentes se usan para regar cultivos. Las plantas de tratamiento de Los Planes y Pescadero tienen una capacidad instalada de 3.5 lps y los efluentes también se usan para zonas agrícolas o áreas verdes. En Todos Santos hay lagunas de estabilización con una capacidad instalada de 20 lps.

Residuos sólidos municipales

La ciudad de La Paz cuenta con un sitio para el manejo y disposición final de los residuos. Estos tienen que ser transportados al relleno sanitario que se encuentra aproximadamente a 12 km de la periferia de la ciudad de La Paz. Según informes proporcionados por el Servicio Público Municipal en el 2008, el relleno sanitario cuenta con una dimensión territorial de 50 ha, recibiendo aproximadamente 250 t diarias de basura. Asimismo se cuenta con 20 unidades especiales para levantamiento de basura, un tractor D-8 y un tractor pata de cabra.

Factores socioculturales

La mayoría de las personas en el Municipio de La Paz y en las localidades estudiadas tienen religión católica. Solamente el 7,82% tiene religión protestante, evangélica o bíblica en el Municipio de La Paz y 7,90% en la ciudad de La Paz. El resto de la población de las localidades analizadas practica otras religiones diferentes a las mencionadas o no tienen religión (**Tabla IV.42**).

Tabla IV.42. Población según su religión, 2010.

Nombre de la localidad	Población con religión católica	Protestantes, Evangélicas y Bíblicas diferentes de evangélicas	Población con otras religiones diferentes a las anteriores	Población sin religión
Municipio de La Paz	214 242	19 701	248	13 331
La Paz	182 528	16 989	207	11 623
El Rosario	89	0	0	2
San Pedro	*	*	*	*

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI

*Datos reservados. INEGI

El municipio no alberga una cantidad considerable de población indígena, representa solamente un 1,65% de la población total. Más de la mitad de los habitantes que hablan alguna lengua indígena viven en la ciudad de La Paz, y otros se distribuyen en pequeñas localidades como El Cachanilla, Callejón 3 palmas, El Chapil, Pueblo Nuevo, La joya del Mar y La Matanza. Esta población generalmente llega desde otras partes de México para realizar actividades agrícolas como jornaleros.

En el Área de Estudio se encuentra una Iglesia Misional ubicada en la ciudad de La Paz y lleva por nombre Nuestra Señora del Pilar Airapi, fue fundada en 1720 por los misioneros Jesuitas Juan de Ugarte, Jaime Bravo y Clemente Guillén. No existe construcción de la misión original, el templo actual fue iniciado por los Dominicos. Asimismo se encuentran en la Ciudad de La Paz 30 monumentos históricos según el INAH. 15 monumentos pertenecen al siglo XIX, 14 al siglo XX y 1 al siglo XIX y XX. En cuanto a los sitios arqueológicos que se encuentran en el Área de Estudio, localizamos dos Concheros y una Cueva Funeraria según información proporcionada por INAH. Se localizó un Conchero en la Ciudad de La Paz, ubicado en el sitio el Conchalito (antigüedad: 300 a.C. Hasta la época de contacto 1720). Sitio de ceremonias religiosas donde enterraban a sus muertos. Otro Conchero localizado en el Centenario (antigüedad: inicios de nuestra era hasta algunos años antes del contacto). Aquí se hacían ceremonias religiosas, elaboraban sus herramientas y recolectaban sus frutos y semillas para comerlas en este lugar. Finalmente se localizó una cueva funeraria llamada Enfermería y se encuentra cerca de Punta Prieta (antigüedad: no se tiene fecha aunque por asociación se considera que pertenece a la cultura de la Palma 1200 d.C. hasta la época del contacto).

En la ciudad de La Paz, se encuentra el Museo Regional de Antropología e Historia creado en 1981, en la que se exhiben restos arqueológicos de las tribus que habitaron la península y obras de arte nacionales y extranjeras. También se encuentra la Unidad Cultural Jesús Castro Agúndez en la que se localiza el Teatro de la Ciudad y la Rotonda de los Sudcalifornianos Ilustres, el teatro al aire libre Rosaura Zapata Cano, la Galería de Arte Carlos Olachea, la Biblioteca Central Filemón C. Piñeda, la Biblioteca Infantil, el Archivo Histórico Pablo L. Martínez y la Rotonda de los Hombres Ilustres, así como el Museo de la Ballena y el Centro de Radio y Televisión.

Existen otros espacios de expresión artística como el Ágora de La Paz, el Teatro Juárez, la Escuela de Música del Estado y la Casa de la Cultura.

Grado de aceptación del proyecto

Se entrevistaron a hombres y mujeres de las localidades de La Paz, San Pedro y El Rosario para conocer su percepción con relación al proyecto. La persona con menor edad entrevistada fue de 20 años y la mayor de 68. Los entrevistados pertenecen a distintos sectores como construcción, administración, comercio, gobierno y ganadería, además se entrevistaron a estudiantes, amas de casa y jubilados. La mayoría de las personas conoce el predio del Proyecto, el 62,5% piensa que el desarrollo del proyecto es necesario, el 12,5% piensa que es innecesario y al 25% le es indiferente (**Figura IV.69**).

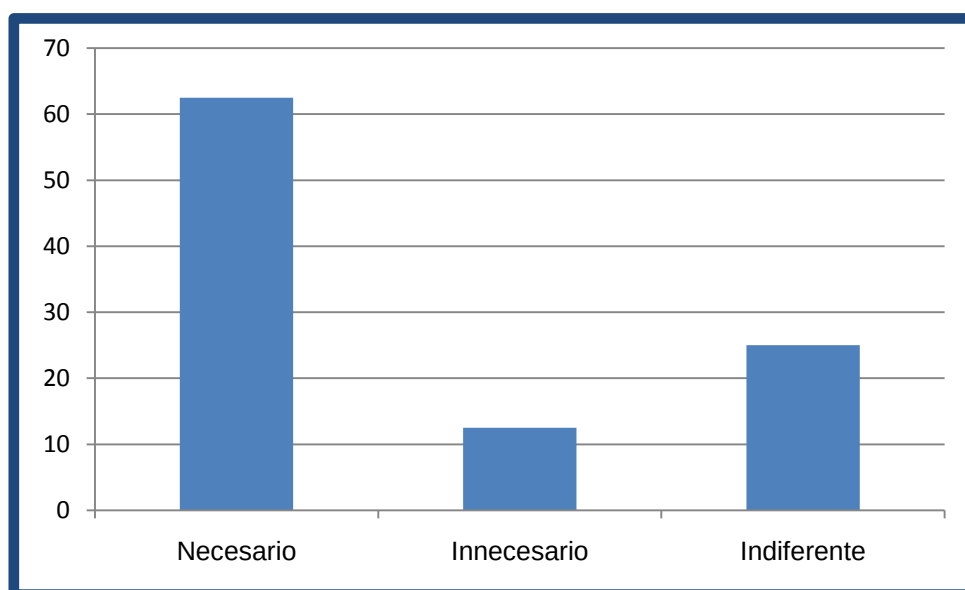


Figura IV.69. Aceptación del proyecto en la región por los habitantes de las localidades cercanas al predio del Proyecto. Fuente: Elaboración del CIBNOR, 2013

La población expresó a través de sus comentarios que está de acuerdo con el desarrollo del proyecto si mejorará el suministro de energía, siempre y cuando se cuide el bienestar social y ambiental de la zona tomando en cuenta tanto el corto como el largo plazo. Por otro lado, se manifestó la importancia de tomar en cuenta el uso de energías renovables que pueden ser aprovechadas debido a las características de la región, como es la solar.

IV.2.4 Paisaje

Antecedentes

El análisis del paisaje como componente del SAR, es de gran importancia en la evaluación de impacto ambiental, especialmente en zonas como el SAR La Paz, donde es un recurso aprovechado por actividades productivas como el turismo, aún y cuando es baja la probabilidad de que el Proyecto por sus propias características afecte significativamente la calidad del paisaje, de acuerdo a los estudios revisados, los cuales fueron elaborados para las tres unidades que actualmente componen la CCI Baja California Sur y la 235 CCI Baja California Sur IV (actualmente en construcción).

En este sentido el paisaje del SAR La Paz, incorpora el paisaje como un componente más del ambiente y su valoración se sustentó en dos aspectos: **A) el concepto paisaje como elemento perceptual**; conjunto de las características del medio físico, describiendo su condición actual de visibilidad, calidad paisajística y fragilidad visual y por otro lado, **B) el posible efecto que produce el desarrollo del proyecto en dichas condiciones**.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas (Carabelli, F. 2002), por lo que la importancia que tiene este atributo en la evaluación de impacto ambiental es de primer orden, toda vez que integra los factores y atributos del ambiente.

Como antes se mencionó, en el proceso de evaluación de impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda, elementos globales de juicio, que dan una primera fotografía panorámica del estado en el que se encuentra el sistema ambiental, previo al desarrollo del Proyecto.

La definición del estado en el que se encuentra el paisaje, tiene una marcada carga de subjetividad, en la presente evaluación se definieron criterios para reducir este efecto. El estado general del paisaje, se analizó como el reflejo del estado de alteración del sistema ambiental.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se presenta un glosario de términos:

Calidad paisajística (CP): Es la valoración estética y ecológica del grado de alteración de una zona. (Montoya et al.2002), incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación,

cuerpos de agua, etc.; la calidad paisajística del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 1000 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área de estudio. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos apreciables a más de 1 km.

Cuenca Visual: Es la zona susceptible de observación, a partir de puntos de acceso o permanencia como carreteras o centros urbanos con límites radiales de 4 km. (Martínez, 2003).

Para minimizar los problemas de subjetividad en la evaluación del paisaje se aplicó una metodología que incluye criterios claramente definidos, adecuada a las características del SAR La Paz, al tipo de proyecto y los efectos que éste puede generar sobre el paisaje.

Para evaluarlo, se tomo en cuenta la frecuencia de la presencia humana, como un indicador de aprovechamiento del recurso por usuarios en carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población.

Fragilidad visual (FV): Susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función, de la respuesta del paisaje a gradientes de topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo. (Turner et al., 2001). Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Paisaje: Sistema territorial compuesto por elementos naturales y elementos antropogénicos socialmente determinados que se hallan correlacionados entre sí (Sandner, 1991, Carabelli, 2002).

Unidades de paisaje (UP): Unidades naturales influenciadas por actividades antropogénicas y con ello funcionan como una síntesis de naturaleza y uso de suelo.

Visibilidad (V): Es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales, los núcleos urbanos y está en función de la distancia. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros

como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.

El inventario del paisaje se complementó con un apartado de singularidades paisajísticas y elementos sobresalientes de carácter natural o artificial y los elementos que contienen recursos de carácter científico, cultural e histórico.

El área de estudio se dividió en unidades de paisaje y las variables que se evaluaron para cada una fueron: Calidad paisajística (CP), Fragilidad visual (FV) y Visibilidad (V) desde el aspecto perceptual del paisaje (Aramburu et al., 2001). A partir de éstas se concluye acerca de la sensibilidad de deterioro del área producido por actividades humanas como aspecto del posible efecto por el desarrollo del Proyecto, (Sebastiani et al., 1998). Como se muestra en el diagrama de la **Figura IV.70**. Se empleó un método indirecto para la evaluación de la calidad y fragilidad visual, basado en unidades regulares de tipo celdilla.

Cabe mencionar que la conceptualización del análisis del paisaje se realizó desde un marco geoecológico, dado que el objetivo principal fue definir zonas de mayor o menor Calidad paisajística en el SAR La Paz, como un indicador, para calificar el impacto ambiental que el Proyecto generará sobre el paisaje.

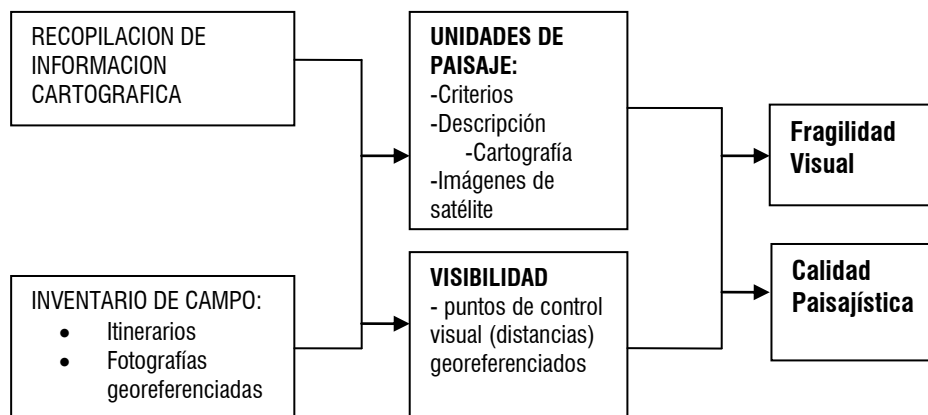


Figura IV.70. Proceso de evaluación del paisaje.

IV.2.4.1 Definición de unidades de paisaje

Para definir las unidades de paisaje, se consideró la superficie terrestre como un elemento espacial compuesto de una serie de unidades interrelacionadas, las cuales están formadas por la sobreposición de las características físicas, biológicas y antropogénicas que conforman el Sistema.

Se combinaron escalas cualitativas y cuantitativas para la medición de los atributos del paisaje. Mediante la **Figura IV.71** se analizan los territorios dedicados a actividades antrópicas que desarrolla una función relevante como conectores de los espacios naturales.

Las técnicas de geoprosesamiento usadas fueron:

1. Cuencas visuales.
2. Sobreposición de mapas.

Se definieron 5 unidades de paisaje, que integran el SAR (**Figura IV.71**), y corresponden a la regionalización que se definió aplicando criterios semejantes a los utilizados en la delimitación del Sistema ambiental (clima, suelo, geoforma, cuencas hidrológicas, vegetación, etc.).



Figura IV.71. Unidades de paisaje SAR La Paz.

Sierras altas		Bajada con lomeríos		Franja costera	
Sierras bajas		Llanura aluvial		Predio del Proyecto	

IV.2.4.2 Visibilidad.

El estudio de visibilidad se ha realizado la unidad de paisaje de llanura aluvial, en donde se encuentra el proyecto, a partir de las cuencas visuales y de la carreteras, con un radio de acción de 6 km, Se descartaron los núcleos de población urbanos mayores de 1000 habitantes (La Paz, Chametla y El Centenario) ya que no se identificó acceso visual al predio del Proyecto.

Los atributos considerados como factores de ponderación fueron, altura y cobertura de la vegetación, distancia, y transparencia de la atmósfera. Las coordenadas de las cuencas visuales se presentan en la **Tabla IV.43**. La clasificación de la visibilidad se presenta en la **Tabla IV.44**.

Tabla IV.43. Coordenadas de las cuencas visuales.

Cuenca visual	Coordenadas	Distancia km	Clasificación
A	24° 6'42.40"N 110°18'39.65"O	11	Larga /fuera de escala
B	24° 9'56.01"N 110°15'2.69"O	4	Media
C	24°10'31.67"N 110°15'28.88"O	2	Corta
D	24°11'16.76"N 110°15'26.25"O	1	Corta
E	24°12'19.63"N 110°15'24.61"O	1	Corta
F	24°12'43.87"N 110°16'0.87"O	2	Corta
G	24°12'51.51"N 110°17'42.47"O	4	Media

Tabla IV.44. Clasificación de visibilidad por rangos de distancias por terciles.

Clasificación	Rango de distancia en km
Corta (3)	0 – 2
Media (2)	2,1 - 4
Larga (1)	3,1 – 6

En este caso, el análisis de visibilidad desde núcleos de población y carreteras de la unidad de paisaje de llanura aluvial, se integra en el esquema del cálculo de calidad paisajística, Martínez Vega et al. (2000).

El plano de cuencas visuales se elaboró a partir del plano topográfico con la ubicación de vías de acceso y puntos de observación (carreteras y poblados) con objeto de señalar las áreas de interés paisajístico, utilizando la distancia como factor de ponderación. **(Figura IV.72).**

La unidad de paisaje donde se encuentra el Proyecto es una planicie situada entre dos sierras de topografía abrupta. Está orientada de sur a norte en la cual su altitud va de 200 a 80 msnm en una distancia de 10 km por lo que tiene muy poca pendiente (alrededor del 1%), **(Figura IV.73).**

El predio del Proyecto se encuentra en un valle alargado de norte a sur, con elevaciones pronunciadas en su lado este (pertenecientes a la Sierra Las Cruces) y oeste principalmente Cerro el Barril, Cerro Punta Palmira y Cerro La Laguna), al norte se tienen también elevaciones importantes compuesta por cerros de altura considerable (Cerro Santa María) y otros de menor elevación.

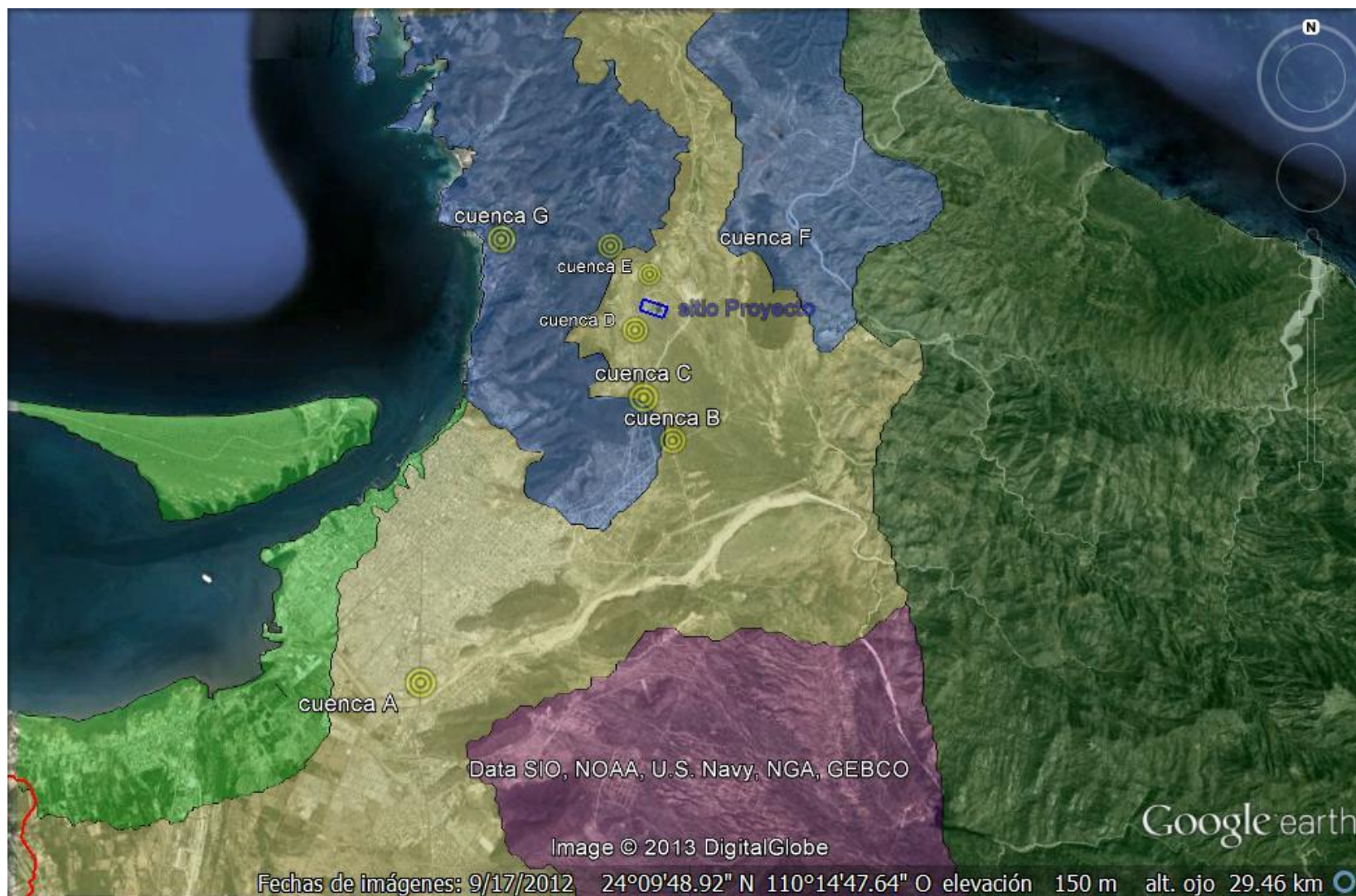


Figura IV.72. Cuencas visuales en la unidad de paisaje llanura aluvial.

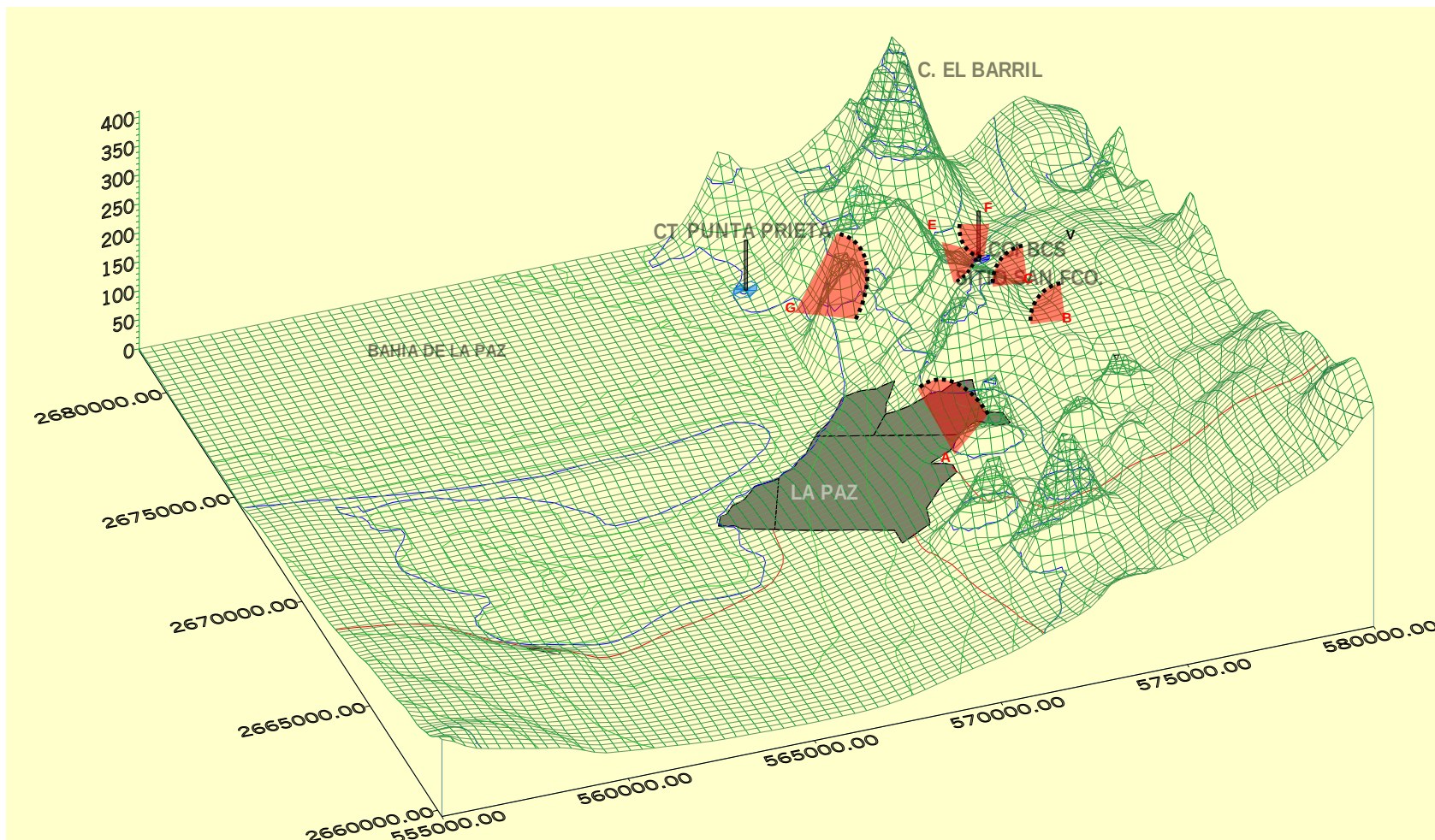


Figura IV.73. Modelo de elevación con las cuencas visuales en la unidad de paisaje llanura aluvial.

El tipo de vegetación presente corresponde a matorrales que se caracterizan por presentar porte bajo (entre 1 y 3 m de altura), una composición florística pobre o simple y una cobertura de terreno que oscila alrededor del 30 % que puede ser considerada como de muy poca densidad, vegetación propia de paisajes desérticos.

En cuanto a la calidad del aire es considerada como aceptable, según el estudio de monitoreo realizado en noviembre 2012 (CFE-GEIC), en la zona urbana en donde existen fuentes de contaminación los resultados de los monitoreos indican que la máxima concentración que se puede llegar a presentar de alguna de las tres sustancias evaluadas (NOx, SO₂ y PM10), cumple perfectamente con cada los máximos permisibles especificados por las normas oficiales mexicanas para la protección de la salud de la población (NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993) en los promedios respectivos.

Se utilizaron los datos obtenidos por la red de monitoreo de la calidad del aire de CFE, integrada por tres estaciones de medición continua, ubicadas en diferentes puntos de la Ciudad de La Paz y de la cual se analizó la información de los últimos dos años correspondiente a 2011 y 2012 para obtener la concentración de fondo correspondiente a Bióxido de Nitrógeno (NO₂), Bióxido de Azufre (SO₂) y Partículas M10.

En cuanto a la transparencia atmosférica, la generación de partículas suspendidas de polvo por el tránsito vehicular que se generaba en esta unidad de paisaje, disminuyó considerablemente debido a la carretera pavimentada “Oseguera Gutiérrez” que se construyó como acceso a la 48 CCI Baja California Sur I y para dar libramiento al tránsito vehicular pesado que se generaba por el puerto de Pichilingue a la ciudad de La Paz. Esto se aprecia, como la disminución de polvos en la zona que provocaban los camiones de volteo y los camiones de recolección de basura que circulaban hacia los bancos de material y hacia el relleno sanitario, respectivamente. Se clasificó la visibilidad como media (2) para esta unidad de paisaje.

La calidad del aire presenta el efecto intermitente a lo largo del día, por la pluma que generan principalmente las tres unidades que componen la CCI Baja California Sur; el desplazamiento es hacia el norte de la ciudad de la Paz y al noroeste de las centrales. El Cerro Santa María en donde se presentan los máximos efectos, se encuentra a 6,3 km al

noreste del punto más cercano a la ciudad en donde ya hay población. (**Figuras IV.74, IV.75 y IV.76**).



Figura IV.74. Visibilidad desde la cuenca D.



Figura IV.75. Visibilidad desde la cuenca F.



Figura IV.76. Visibilidad desde la cuenca E.

IV.2.4.3 Calidad paisajística

Se evaluó para todas las unidades de paisaje, en la clasificación, se calificaron dos aspectos asociados, el valor estético y al valor ecológico de cada unidad. Con 4 variables cada uno:

Variables valor ecológico

- Alteración del paisaje
- Relieve
- Fisiografía y vegetación: Características ambientales de la cubierta vegetal y tipo de asociaciones vegetales presente (proximidad al clímax, rareza, número de estratos)
- Cobertura vegetal

Variables valor estético: Aspectos estéticos y grado de alteración antropogénica

- Preferencias estéticas (Álvarez et al., 1999)
- Superficies antropizadas
- Población potencial de observadores
- Uso de suelo

Alteración del paisaje

Para estimar la alteración del paisaje, se consideró como el porcentaje de hábitat natural, y el número de fragmentos. Se distinguió un gradiente continuo con cuatro niveles de alteración del paisaje: intacto, salpicado o jaspeado, fragmentado y relicto (Hobbs y Wilson, 1998) se considera que a medida que aumenta la pérdida de superficie de hábitat, natural disminuye la conectividad y se hace más acusado el efecto borde. (**Figura IV.77**).



Figura IV.77. Proceso de alteración del paisaje (Hobbs y Wilson 1998).

Los fragmentos se definieron mediante un análisis espacial que permite agrupar todos los píxeles contiguos de igual valor, de modo que en la imagen resultante se da un valor exclusivo a cada fragmento o “mancha”.

En este caso se seleccionó una rejilla de 5 km² considerando que ésta era una superficie suficientemente extensa como para permitir valorar la diversidad paisajística de la zona. Los valores obtenidos en el mapa resultante se interpretaron como el número de fragmentos o manchas contenidas en una superficie de 5 km². Así por ejemplo, si en el mapa un píxel tiene un valor de 5 ello significa que en un área de 5 km² en torno a ese píxel existe un total de 5 parcelas diferentes, si bien no se precisa en este caso a cuántas categorías temáticas pertenecen.

Se obtuvieron 99 rejillas las cuales fueron sobrepuestas al plano de unidades de paisaje, para determinar la fragmentación de cada unidad (**Figura IV.78 y IV.79**). Se promediaron los valores obtenidos.

La alteración (fragmentación) del paisaje se clasificó en 3 categorías:

Fragmentación baja (< de 3 manchas por km²)

Fragmentación media (> de 3 < de 6 manchas por km²)

Fragmentación alta (> de 6 manchas por km²)

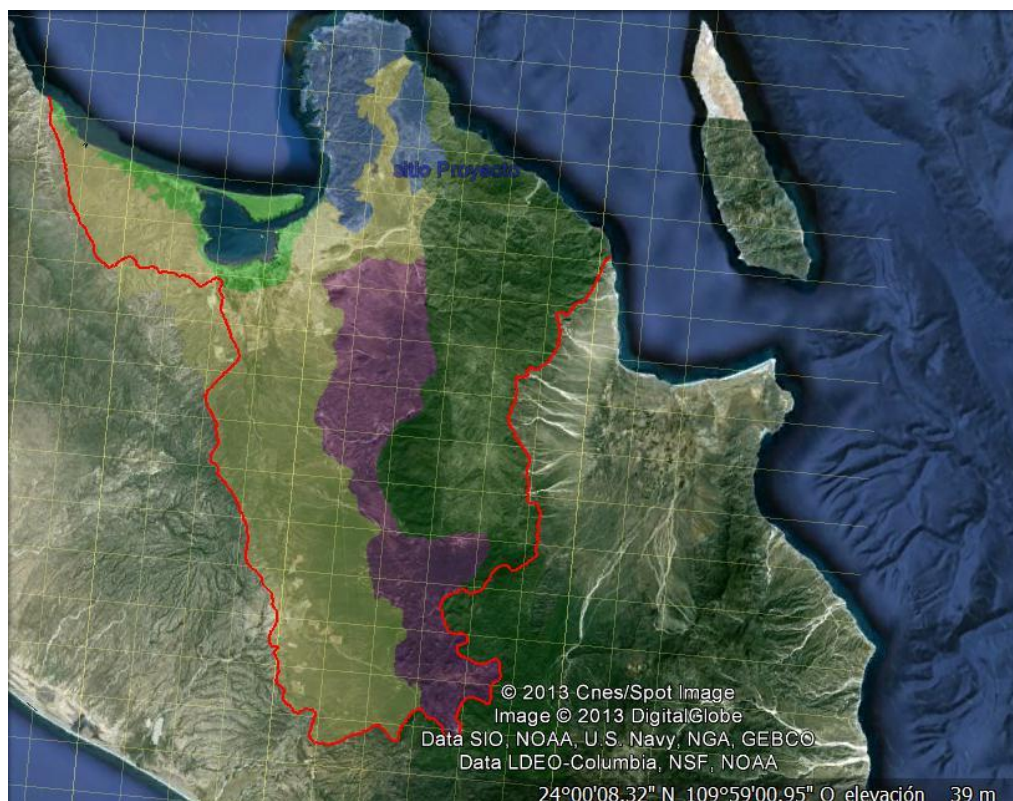


Figura IV.78. Retícula de 5 Km 2 en las unidades de paisaje.

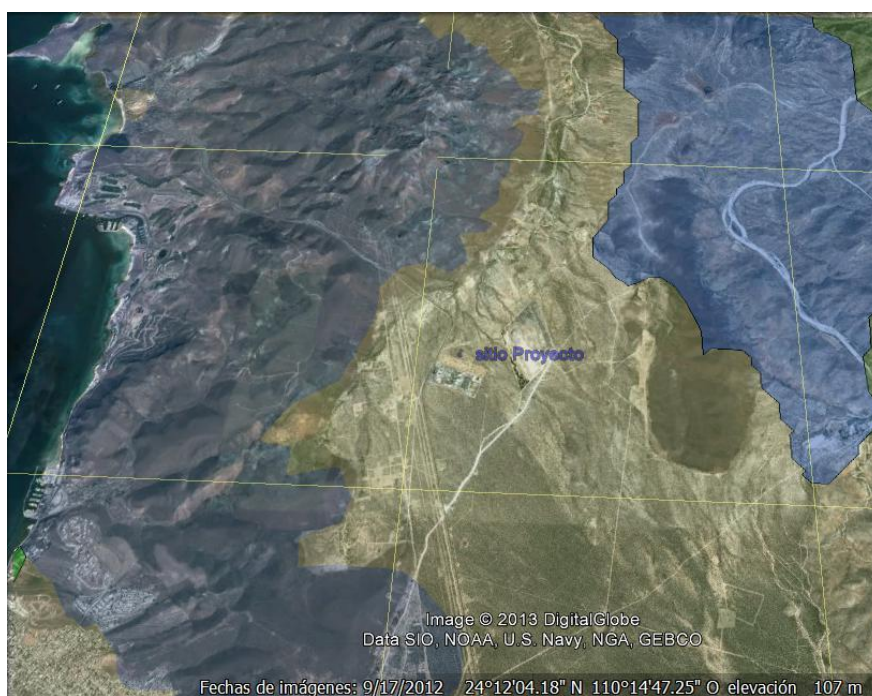


Figura IV.79. Detalle de retícula de 5 Km 2 en las unidades de paisaje de llanura aluvial y sierras bajas.

Tabla IV.45. Alteración del paisaje

Unidad de paisaje	Fragmentación	Nivel de alteración
Zonas pobladas	alta	Relicto
Zonas con uso productivo o degradadas	alta	Relicto
Bajadas con lomeríos	media	Salpicado
Sierras Bajas	baja	Salpicado
Sierras Altas	baja	Intacto
Llanura aluvial	media	Relicto
Franja Costera	alta	Fragmentado

Relieve

Es una variable de gran interés pues las diferencias que se observan en el territorio no se manifiestan exclusivamente en la variación altitudinal sino también en una desigual distribución de los biotopos y usos antropogénicos.

Cabe mencionar que la variable de preferencias estéticas, es sumamente subjetiva, ya que depende de variables externas principalmente culturales, por lo que se utilizaron referencias de las preferencias visuales demostradas por la población y recogidas por diversos autores.

Preferencias estéticas (Álvarez et al., 1999) Los criterios estéticos, incluidos se revisaron de los trabajos realizados por diversos autores sobre preferencias paisajísticas de la población (Álvarez et al., 1999; González Bernáldez, 1973; Shafer et al., 1969; Rochefort, 1974; Macia, 1979; Gallardo et al., 1989; Gómez Limón y Fernández, 1999). En general, estos estudios muestran los siguientes criterios:

- El agua es un elemento relevante
- Preferencia estética los elementos verdes frente a zonas más secas
- Preferencia por las formaciones arbóreas frente a las arbustivas
- Preferencia por las zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas
- Diversidad o mosaico paisajístico frente a la monotonía de paisajes homogéneos

Se calificó cada una de las variables mencionadas (4 variables para valor estético y 4 variables valor ecológico) asignándoles una calificación de 1 a 3 (1 mínimo y 3 máximo), siendo la valoración final de cada unidad un promedio, redondeado al número entero superior más próximo, de las puntuaciones obtenidas para cada variable. Se establecieron así 3 clases de calidad paisajística (**Tabla IV.46**).

Tabla IV.46. Rangos de valor y clasificación de la calidad paisajística

Clasificación	Rango de valor
Alta	4,1-6
Media	2,1-4
Baja	0-2

La calidad paisajística, permite distinguir en el SAR un total de 7 unidades de paisaje, (se agregaron la zona pobladas y zonas con uso productivo o degradadas) a cada una de ellas se le asignó un valor de calidad, (baja, media y alta). En la **Tabla IV.47** se presenta la calificación de la calidad paisajística otorgado a cada una de las unidades de paisaje definidas en el SAR, predominan las zonas con relieves suaves y altitudes bajas por lo que de acuerdo a los criterios de preferencias estéticas, (Álvarez et al., 1999) con zonas de baja calidad, ampliamente representadas en el SAR, que corresponden a franja costera y llanuras aluviales.

La máxima calificación corresponde a unidades de paisaje en las que coincide un alto valor estético y ecológico. La mínima puntuación, que corresponde a los espacios peor valorados en cuanto al tipo de cobertura vegetal y uso de suelo, fue asignada a las zonas pobladas, urbanas, turísticas y zonas degradadas.

Tabla IV.47. Clasificación de la calidad paisajística en función de criterios estéticos y ecológicos.

Unidades de paisaje	Valor estético	Valor ecológico	Calidad paisajística	Calidad ecológica del paisaje PEOT-BCS
Zonas pobladas	1	-	Baja	Media
Zonas con uso productivo o degradadas	1	-	Baja	Media
Bajadas con lomeríos	2	3	Alta	Alta
Sierras Bajas	2	2	Media	Alta
Sierras Altas	2	3	Alta	Muy Alta
Llanura aluvial	1	1	Baja	Media
Franja Costera	2	2	Media	Media-Alta

La clasificación realizada a escala de SAR, coincide con la presentada en el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial 2002 (POET,2002) **Figura IV.80.**

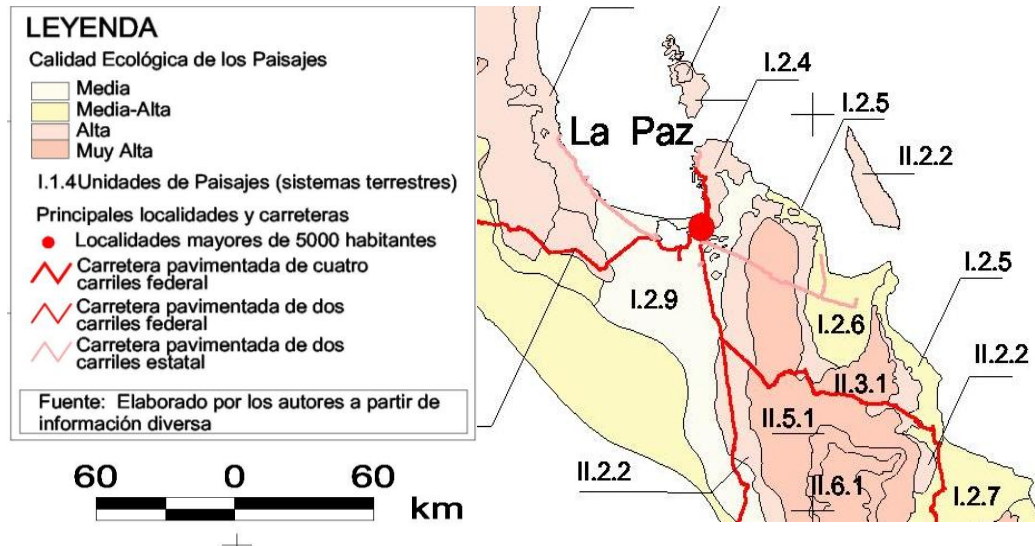


Figura IV.80. Calidad ecológica del paisaje PEOT-BCS.

IV.2.4.4 Fragilidad visual

Los factores que intervienen en la fragilidad de la unidad de paisaje donde se pretende la construcción de la 286 CCI Baja California Sur V, están integrados por elementos biofísicos, sociales y visuales.

Como antes se definió la fragilidad visual, expresa el grado de deterioro visual que experimentaría el SAR ante la incidencia de determinadas actividades.

Es un concepto similar al de vulnerabilidad visual y opuesto al de capacidad de absorción visual, que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad paisajística (Montoya et al., 1999).

Esta variable ofrece información que advierte, la localización de infraestructuras en aquellos lugares de alta fragilidad visual, donde su impacto visual y consecuente deterioro paisajístico sean significativos.

La fragilidad visual del paisaje, tal y como se planteó en este estudio, consta de dos elementos: la fragilidad visual intrínseca (i), determinada por las características ambientales del SAR, que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: a) Altura de la vegetación y b) Características topográficas de la zona (orientación y pendiente)

Por otra parte, la fragilidad visual extrínseca (ii) que hace referencia a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual a las zonas observadas (**Tabla IV.48**).

Tabla IV.48. Criterios para definir Fragilidad del Paisaje.

FACTOR	ELEMENTOS DE INFLUENCIA		ALTA	MEDIA	BAJA
BIOFÍSICO	Vegetación	cobertura	Cubierta discontinua, aislada, espacios sin vegetación	Cubierta casi continua, presencia de claros	Grandes masas boscosas (100 % de ocupación)
		altura	No mayor a 2m	No mayor a 20 m altura, diversidad de estratos.	Alturas mayores a 20 m, diversidad de estratos
	Fauna		Escasa presencia y diversidad de grupos	Presencia y Diversidad de algunos grupos	Presencia de gran diversidad de grupos.
	Suelo		Expuestos, grandes espacios abiertos, carcavas	Algunos claros, parcialmente cubiertos por vegetación	Completamente cubiertos por vegetación
	Relieve		Fuerte pendiente > 35 %	Pendiente media 10-20%	Pendiente suave < 9 %
	Cuerpos de Agua		Drenajes y descargas	Presencia media, de habitual a ocasional (esteros, pozos, arroyos, represas)	Habitual en el paisaje, cuerpos de agua permanente. (lagunas, ríos).
SOCIOCULTURAL	Accesibilidad (visual, carreteras, urbanizaciones, cultivos, ganadería, ranchos cinegéticos)		Percepción visual Alta, a distancia corta (hasta 1,5 km)	Visibilidad ocasional a distancia media (>1,5 km hasta	Baja accesibilidad, vistas repentinas o escasas, a larga distancia (≥5 km)

Para obtener el mapa de fragilidad visual se utilizó como información base la calidad paisajística y cuencas visuales, así como de la caracterización de los tipos de vegetación

(capítulo IV) ya que, la altura de la vegetación y el número de estratos presentes en la formación dan idea de su poder de camuflaje ante posibles actividades antropogénicas.

Como antes se mencionó, la fragilidad visual intrínseca depende también de las características topográficas de la zona, concretamente de la pendiente y la orientación. La pendiente condiciona el ángulo de incidencia visual del observador.

De acuerdo a lo anterior, los criterios aplicados fueron:

- Cuanto menor sea el porte o altura de la cobertura vegetal, la fragilidad será mayor por cuanto será más difícil encubrir determinadas actuaciones.
- Cuanto mayor es el porte de la cobertura vegetal (matorral y vegetación de galería), es menor la fragilidad visual.
- Las zonas con mayor pendiente son más visibles y, por tanto, poseen un mayor valor de fragilidad.
- Las zonas con menor pendiente son menos visibles y, por tanto, poseen un menor valor de fragilidad.

Los valores de fragilidad asignados a cada unidad presente en el SAR aparecen reflejados en la **Tabla IV.49**.

Tabla IV.49. Valor de fragilidad visual.

Unidades Paisajísticas	Accesibilidad visual	Calidad paisajística	Valor de fragilidad
Zonas pobladas	5	1	Media
Zonas con uso productivo o degradadas	5	1	Media
Bajadas con lomeríos	3	5	Alta
Sierras Bajas	2	4	Media
Sierras Altas	3	5	Alta
Llanura aluvial	4	2	Media
Franja Costera	2	4	Media

A fin de valorar la capacidad de absorción visual de la zona, la cual depende de su accesibilidad visual es decir, de la mayor o menor susceptibilidad del territorio a ser observado, se incluyó en el plano de cuencas visuales (ver **Figura IV.72**) la accesibilidad de observación potencial.

Los elementos considerados son: los puntos de observación potencial, los núcleos de población, carreteras y los elementos singulares de carácter patrimonial, así como lugares de potencial uso turístico y recreativo.

El resultado fue la identificación de tres categorías de fragilidad (baja, media y alta) donde los valores más altos de fragilidad corresponden a las zonas que pueden ser observadas desde un mayor número de puntos de observación potencial. (ver **Tabla IV.49**)

El plano de fragilidad visual (**Figura IV.81**) muestra una amplia proporción del territorio (42 %) con fragilidad media a baja, que corresponden a llanura aluvial, franja costera y zonas alteradas pobladas y con actividades agropecuarias, el 58% corresponde a fragilidad visual alta, por lo que es preciso tener en cuenta esta información en la evaluación de impacto ambiental, a fin de evitar la ubicación, de infraestructuras, equipamientos o actividades que o contemplar medidas de mitigación orientadas al camuflaje de dichas estructuras, principalmente con el manejo de parches de vegetación, ya que dichas instalaciones puedan provocar un deterioro visual del paisaje en esas zonas.

Las zonas más frágiles son las de sierras altas y bajadas con lomeríos. En estas zonas no sería adecuado instar equipamientos e infraestructuras, esta situación coincide con uno de los criterios de selección de sitio aplicadas por CFE para la ubicación de instalaciones (capítulo II) así mismo son las zonas de mayor valor ecológico. Por otro lado, las llanuras poseen una fragilidad visual media baja por su topografía llana y ausencia de cobertura vegetales con estratos arbóreos. Ello determina una visibilidad muy elevada por lo que la instalación de equipamientos o infraestructuras ocasionaría elevados impactos visuales.

De aquí se puede concluir que el SAR, presenta como factor determinante, el tipo de asociaciones vegetales, sus estratos y cobertura, siendo el relieve un factor menos importante.

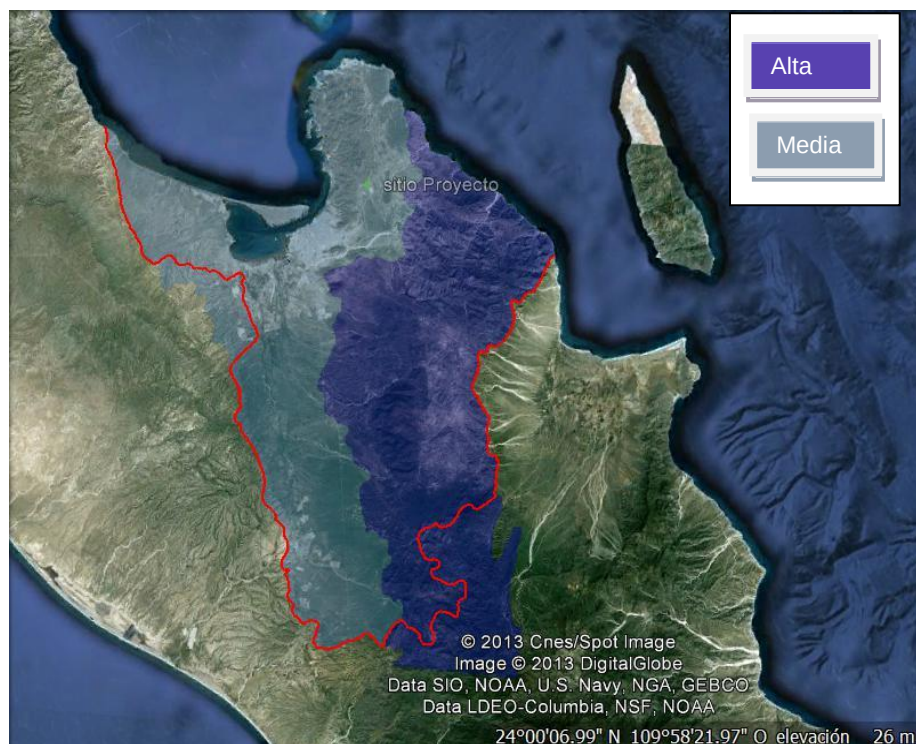


Figura IV.81. Plano de fragilidad visual del paisaje.

La clasificación realizada a escala de SAR, coincide con a presentada en el POET (2002)

Figura IV.82.

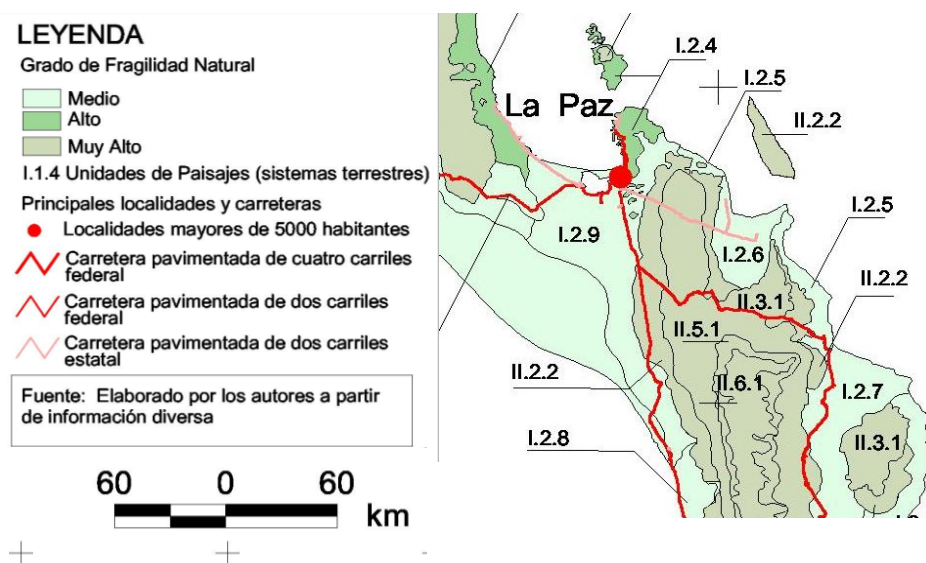


Figura IV.82. Fragilidad del paisaje PEOT-BCS.



Figura IV.83. Zona urbana y turística de Franja Costera-SAR.

Figura IV.84. Calidad escénica del predio del Proyecto, con afectaciones actuales, por actividad antropogénica, visibilidad de la Central a 2,6 Km.

Figura IV.85. Transparencia (acarreo de material en el camino adyacente al predio del Proyecto).

IV.2.4.5 Discusión y Conclusiones

Las técnicas de evaluación del paisaje conocidas suelen ser criticadas o valoradas por los siguientes motivos: por su subjetividad, porque suelen aplicarse a áreas pequeñas, porque se utilizan para identificar y describir áreas que necesitan técnicas de conservación o políticas de protección, porque proporcionan inventarios completos y porque suelen ser componentes de la planificación de los usos del suelo y de las evaluaciones de impacto ambiental (Mitchell, 1989).

De acuerdo a los resultados obtenidos se coincide con Dunn (1974) respecto a que no existe una técnica de valoración del paisaje correcta que excluya a las demás y que la mayor parte de los trabajos se basan en métodos subjetivos pero sistemáticos. Es difícil eliminar e, incluso, reducir la subjetividad en las valoraciones. Es posible recurrir a las técnicas de valoración en grupo, instrumentando el consenso entre expertos a través del método Delphi. Sin embargo, la subjetividad es consustancial a la valoración del paisaje, máxime cuando se incluyen indicadores o variables relacionados con aspectos estéticos, culturales o relacionados con la percepción.

Por ello, el objetivo de la valoración marcará el tipo de método a emplear. En este caso los métodos indirectos pero sistemáticos aplicados, y el desarrollo de planos de clasificación de las zonas, cubre las necesidades de información para realizar la evaluación del potencial impacto ambiental que puede causar el proyecto en el SAR, así mismo da información para decidir sobre las zonas que no deben ser contempladas para aprovechamiento, por ser unidades o zonas sensibles.

Desde el punto de vista de la aplicación, se demuestra una vez más que los estudios de calidad y de fragilidad visual del paisaje son fundamentales para un correcto aprovechamiento de los espacios naturales, especialmente en los que es prioritaria la política de aprovechamiento sustentable y en aquellos en los que son compatibles diferentes usos productivos y la protección.

Especialmente, el análisis de fragilidad resultó muy útil para la evaluación y propuesta de medidas de mitigación sobre el trazado o ubicación ideal de determinados equipamientos e infraestructuras de tal manera que se minimice el impacto ambiental sobre el medio natural.

Se observó que los principales efectos sobre el paisaje del SAR, son la fragmentación del entorno, el cambio de líneas de horizonte y el incremento en la artificialización del territorio,

lo cual aplica en la unidad de paisaje donde se ubica el Proyecto, una vez que se instale la infraestructura del Proyecto.

El paisaje de la unidad en la que se instalará el Proyecto, se puede considerar como una escena típica un sistema desértico-zona costera-Montana, con amplia de actividades antropogénicas aledañas, con efectos de borde por su potencial de uso de suelo para actividades productivas, habitacionales e industriales. Considerando que La Paz, está definida dentro del Sistema Urbano Nacional como Ciudad Media, es decir como una de las ciudades de desarrollo y crecimiento relativamente intenso, esta unidad paisajística se encuentra afectada por la mancha urbana de La Paz.

De lo anterior se concluye que como parte del SAR la unidad de paisaje donde se ubicará la 286 CCI Baja California Sur V, presenta una calidad escénica muy pobre, tienen una calidad paisajística baja, principalmente por los rasgos de la presencia de actividades antropogénicas, así mismo su fragilidad radica en dos elementos importantes, la vegetación y la calidad del aire, y las alteraciones que este tipo de Proyecto generará sobre estos elementos podrían ser significativos si no se demanda un seguimiento y monitoreo constante de los efectos de dicho proyecto.

Tomando en cuenta la cobertura vegetal como uno de los elementos más importantes del paisaje al ser indicador de las potencialidades de desarrollo, la calidad del fondo escénico y la fragilidad de éste, puede considerarse a esta unidad de paisaje como muy perturbada debido a los siguientes aspectos:

- a) Parches pequeños de áreas que fueron abiertas para la agricultura de riego y que actualmente están en abandono y que constituyen una fragmentación del hábitat.
- b) El sobrepastoreo ocasionado por la presencia de ganado bovino en la zona.
- c) Presencia del relleno sanitario de la ciudad de La Paz y delegaciones cercanas, lo que ocasiona una gran cantidad de desechos sólidos desperdigados a lo largo de toda el área de estudio.
- d) Presencia de bancos de material o bancos de préstamo que se explotan en La Paz, BCS
- e) Gran cantidad de caminos y brechas que conducen a las playas, ranchos, bancos de material y relleno sanitario debido a las condiciones topográficas de la zona y que producen el efecto de frontera o de borde entre las comunidades bióticas.

- f) La estructura o bordo de contención de las agua broncas del arroyo El Cajoncito.
- g) La línea y torres de trasmisión de electricidad de alta tensión de las CCI Baja California Sur, que lleva la corriente eléctrica a la subestación “Olas Altas”

Es indudable que por las condiciones planas del terreno, la vegetación de porte bajo y el tipo de obra que se desarrollará, la calidad paisajística de esta unidad de paisaje se vería seriamente afectada de no ser porque ya se encuentran en operación las tre unidades de la CCI Baja California Sur y la 235 CCI Baja California Sur IV (en construcción), así como otras actividades a lo largo de la carretera estatal (libramiento a Pichilingue)

Las Centrales termoeléctricas que ya se encuentran en operación, constituye uno más de los elementos importantes de este paisaje y que se integraron modificando el paisaje, principalmente la calidad paisajística, como parte de la tendencia de esa zona y acorde al uso de suelo de infraestructura.

Se recomienda que se observe y monitoree como indicador de afectación al paisaje la visibilidad de la pluma de emisiones provenientes de las chimeneas que ha sido uno de los factores de deterioro relevantes, junto con la generación de PM10 proveniente de la circulación vehicular y de la actividad de los bancos de material de la zona.

IV.2.5 Diagnóstico Ambiental

Generalidades

El presente apartado tiene como objetivo integrar una síntesis objetiva y congruente del estado actual del Sistema Ambiental Regional (SAR) en donde se encuentra ubicado el predio del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V, tomando como base la información descrita detalladamente en las secciones anteriores.

Para fines de este Manifiesto, el SAR corresponde al conjunto de elementos o componentes, físicos, naturales y sociales que interactúan sobre el territorio donde se pretende desarrollar el Proyecto y que son susceptibles de influir sobre éste (positiva o negativamente), por lo que el área que se delimita para caracterizar estos elementos, corresponde al Área de Estudio del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V (ver **Figura IV.2**), que cubre una superficie de 2 051 km² (ver **Plano 1** del **Anexo 2**).

Este proyecto, como ya se mencionó en capítulos anteriores, ha sido previsto dentro del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026 con el propósito de entrar en operación a principios de 2015 y será una ampliación de la central CCI Baja California Sur compuesta por tres unidades generadoras en operación y la 236 CCI Baja California Sur IV en construcción, por lo que su construcción esta planeada para llevarse a cabo en un predio aledaño al que ocupa actualmente la CCI Baja California Sur (ver **Figura II.1**), obedeciendo con ello a criterios de planeación que buscan la optimización de los costos y beneficios para el Sector Eléctrico Nacional y la región., por ello es importante considerar que si bien el efecto de algunos componentes será aditivo, el efecto general sobre el ambiente será mínimo debido a que ya se encuentra en un predio previamente destinado para este fin, que cuenta además con infraestructura y equipo en funcionamiento ya existentes.

Es de particular importancia destacar que **para el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V no se requerirá del suministro de agua subterránea**, ya que se empleará agua destilada generada en la C.T Punta Prieta y transportada mediante el acueducto que actualmente se encuentra en operación, por lo cual **NO será necesaria la instalación de una nueva evaporadora**, ya que con la capacidad de las evaporadoras existentes en la CT Punta Prieta se suministrará el agua necesaria para la 286 CCI Baja California Sur V. En consecuencia **el rechazo de las evaporadoras (salmuera) NO se incrementará en su gasto**, el cual ya fue declarado. Dicho rechazo o salmuera seguirá siendo enviado al canal de descarga de la CT Punta Prieta en donde se diluye para finalmente ser descargado a la Bahía de la Paz.

IV.2.5.1 Estructura del sistema

Considerando la metodología propuesta por Forrester, 1961 se utilizaron listados de factores y componentes para obtener una primera aproximación a la estructura del sistema, lo cual se representó en un diagrama causal que se presenta al final de este apartado. Para el presente trabajo se consideraron “**factores**” a los elementos causales o circunstanciales que contribuyen a que una característica específica suceda, dichas características quedan agrupadas como “**componentes**”, fueron clasificados con base a un análisis de percepción multicriterios considerando la siguiente escala ascendente de terciles: Importante (I), Relevante (R) y Crítico (C) (**Tabla IV.50**), de este modo cada componente clasificado como crítico o relevante es descrito brevemente con la finalidad de ayudar a la comprensión de su inclusión en el modelo causal (**Figura IV.50**).

Tabla IV.50. Listado y clasificación de los factores y componentes del SAR.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Terrestre	Aire	Calidad	C
			Ruido	I
		Geología	Recursos petreos	I
			Erosión	R
		Suelo	Fertilidad	I
			Infiltración	R
		Hidrología	Balance hídrico	C
			Cobertura	C
		Flora	Fragmentación	R
			Estructura	R
			Especies bajo protección	C
			Distribución	R
		Fauna	Diversidad	R
			Uso de habitat	C
			Especies bajo protección	C
			Paisaje	R
	Marino	Oceanografía física	Dinámica	I
		Características bioquímicas	Calidad	R
			Diversidad	R
		Flora	Especies relevantes	R
			Diversidad	R
		Fauna	Especies bajo protección	C
			Especies de interés comercial	C
Social	Socioeconómico	Social	Grado de marginación	C
			Calidad de vida	R
			Empleos directos	R
		Económico	Planes de desarrollo	R
			Infraestructura y servicios	I
			Plusvalía	I
			Actividades productivas	R

IV.2.5.2 Descripción de los componentes Relevantes y Críticos

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Terrestre	Aire	Calidad	C

La calidad del aire en el Sistema Ambiental Regional es considerada como aceptable, debido a que Baja California Sur no es un estado industrializado, las únicas actividades fuente de contaminantes a la atmósfera es la generación de energía eléctrica: la Central Termoeléctrica Punta Prieta, la CCI Baja California Sur (con tres unidades en operación) y el tráfico vehicular, pero de acuerdo a los resultados de los monitoreos de la calidad del aire, la presencia de contaminantes en la atmósfera se encuentran por debajo de los niveles permitidos por las normas oficiales mexicanas para la protección de la salud de la población en cuanto a la potencial exposición a SO₂, NO₂ y PM₁₀ (NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993 respectivamente). Adicionalmente en el SAR las condiciones del viento presentan velocidades que fluctúan desde 0 hasta 10.3 m/s como máximo con un promedio anual de velocidad de viento de 2.4m/s y un porcentaje de calmas (velocidades menores a 0.5m/s) de 23.6% lo cual ayuda a mantener un flujo constante en la circulación que está influenciada principalmente, por factores locales tales como la orografía y las brisas marinas, aunque también se ve afectada por perturbaciones atmosféricas como los sistemas meteorológicos regionales conocidos como frentes fríos, el monzón de verano y los ciclones tropicales.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Terrestre	Suelo	Erosión	R

En el SAR el principal proceso erosivo es la erosión hídrica provocada por los escurrimientos superficiales que ocasionan las precipitaciones pluviales a través de eventos extraordinarios (huracanes) ya que pueden dejar a su paso grandes volúmenes de agua en cortos periodos de tiempo. Estos volúmenes pueden llegar a alcanzar la energía suficiente para desprender y transportar gran cantidad de material edáfico. En los alrededores del predio del Proyecto **no se registraron procesos de erosión acelerada, por esta razón se recomienda evitar el desmonte innecesario, ya que la falta de cobertura vegetal es la principal causa de erosión acelerada.** En el predio del Proyecto existe buena estabilidad edafológica.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Terrestre	Hidrología	Infiltración	R
			Balance hídrico	C

Infiltración: El proyecto 268 CCI Baja California Sur V se encuentra ubicado dentro de la micro cuenca hidrográfica del Arroyo El Coyote, una de las zonas de escurrimiento superficial más importantes, está constituido por arena, limo, arcilla y grava; material del cuaternario transportado principalmente por procesos fluviales, su estratificación es caótica, depositándose los fragmentos más gruesos en las estribaciones de las sierras localizadas al oriente del área de estudio, lo que facilita la infiltración de agua hacia el subsuelo.

Balance hídrico: De acuerdo con el estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua sobre la de Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero La Paz, menciona que el acuífero está sobre concesionado y se encuentra en condiciones de sobreexplotación, debido a que las extracciones anuales han sobrepasado la disponibilidad total del agua (rendimiento permanente), ya que algunos usuarios entre ellos el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, utiliza volúmenes mayores a las de la dotación por habitantes.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Terrestre	Flora	Cobertura	C
			Fragmentación	R
			Estructura	R
			Especies bajo protección	C

Cobertura: Dentro del SAR la cobertura vegetal estuvo representada principalmente por asociaciones del Matorral xerófilo, con dos tipos de asociaciones: *Jatropha cinerea-Fouquieria diguetii* y *Caesalpinia placida-Echinocereus brandegeei*. La cobertura vegetal tiene un rol muy importante debido a la gran cantidad de servicios ambientales que presta como: protección del suelo contra la erosión, protección y/o alimento a gran parte de la fauna, es esencial para el mantenimiento hábitats, ayuda a la regulación del escurrimiento del agua, produce oxígeno, retiene partículas, y es parte de la belleza escénica como parte de la calidad paisajística de la zona.

Fragmentación: La fragmentación no es significativa en el SAR, sin embargo, se recomienda para el predio del Proyecto que se mantengan áreas verdes que conserven la estructura natural de las asociaciones florísticas de la zona de estudio.

Estructura y especies bajo protección: Se registraron un total de ocho especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana de 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 (NOM-059-SEMARNAT-2010) en la zona de estudio y un total de 21 identificadas en el listado CITES. De todas las especies reportadas, solo el *Ferocactus townsendianus* var. *townsendianus* (estatus de amenazada) se encuentra dentro del predio del Proyecto con poblaciones considerables. Así mismo y en apego a la actualización de la información científica que se utilizó, se encontró una población considerable de individuos del género *Mammillaria*, citado como *Mammillaria* sp. que de acuerdo a los datos obtenidos, se constató que esta planta es propia de la parte plana de la cuenca del arroyo El Coyote, y de acuerdo a la revisión bibliográfica **se pudo confirmar que estos ejemplares no están determinados taxonómicamente, por lo que se recomienda ampliamente que estos individuos sean considerados con un trato especial en el programa de rescate.**

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Terrestre	Fauna	Distribución	R
			Diversidad	R
			Uso de habitat	C
			Especies bajo protección	C

Distribución: En el Área de Estudio se encontraron tres especies de anfibios, 43 especies de reptiles distribuidas en 13 Familias y un Orden, 246 especies de aves que se distribuyen en 54 Familias y 14 Ordenes y 45 especies de mamíferos, distribuidas en 18 Familias y 6 Órdenes.

Diversidad: La importancia faunística del Área de Estudio radica principalmente en su alta diversidad y al grado de endemismos, existiendo además especies bajo algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Uso de hábitat: Respecto a las especies distribuidas en el Área de Estudio, no se detectó ni se tiene el antecedente de alguna zona en particular para llevar a cabo su reproducción, descanso o resguardo. Sin embargo, es importante considerar las siguientes asociaciones: *Callisaurus draconoides* y *Dipsosaurus dorsalis* se encuentra con mayor frecuencia cerca del lomboy (*Jatropha* sp) y *Urosaurus nigricaudus* es una especie arborícola asociada al mezquite (*Prosopis* sp). Con respecto a las aves, la mayoría construyen nidos en arbustos, cactáceas y árboles del matorral xerófilo principalmente en el mezquite (*Prosopis* sp) en la cholla (*Cylindropuntia choya*, cardón (*Pachycereus* sp) (usado por carpinteros y aguilillas), palo adán (*Fouquieria* sp), frutilla (*Lycium* sp), el torote (*Bursera* sp) y el lomboy (*Jatropha* sp). Una gran proporción de especies de aves utilizan el palo Adán tanto para perchar en descanso como para cazar, así como para forrajeo. La zona de manglares en el Mogote representa una importante zona de anidación del gallito marino californiano (*Sterna antillarum browni*), así como de *Auriparus flavipes*, *Zenaida asiatica* y *Zenaida macroura* y *Rallus* sp.). Con respecto a mamíferos es común observar a lo largo de todo el matorral xerófilo, madrigueras (roedores y algunos carnívoros como el Tejón y la zorra gris) echaderos (camas en el caso de las liebres) de distintas especies.

Especies bajo protección: Son 62 las especies consideradas por la normatividad mexicana en alguna categoría de protección con presencia en el Área de Estudio. De las cuales 25 son reptiles, 28 son aves y siete de ellas mamíferos. A pesar de que el grupo de reptiles ocupa el tercer lugar en cuanto a número de especies presentes en el Área de Estudio (43), es el grupo con mayor número de especies endémicas y amenazadas. **El predio del Proyecto no es relevante como zona de reproducción o de distribución de ninguna de las especies de reptiles, aves o mamíferos terrestres**, tan solo forma parte de una zona con alta diversidad de especies y grado de endemismos.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Terrestre	Paisaje	Calidad	R

El paisaje es un componente relevante, pertenece a un sistema desértico, sin embargo, el contraste con el mar adyacente le confiere un alto valor escénico. El SAR en términos generales presenta rasgos de actividades antropogénicas aledañas, con efectos de borde por su potencial de uso de suelo para actividades productivas, habitacionales e industriales. La unidad ambiental donde se ubicará el proyecto presenta una calidad paisajística pobre por los rasgos de la presencia de actividades antropogénicas principalmente, por lo que es importante monitorear elementos como calidad del aire y cobertura vegetal con la finalidad no incrementar el deterioro de la calidad paisajística del SAR.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Marino	Características bioquímicas	Calidad	R

De acuerdo con lo establecido en los criterios de calidad de agua admisibles para uso recreacional, todos los parámetros medidos están por debajo de los límites establecidos, tanto para contacto secundario como primario.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Marino	Flora	Diversidad	R
			Especies relevantes	R

La diversidad de macroalgas para la Bahía de La Paz es alta, se encuentran 43 especies de interés comercial de las cuales es escasa la información acerca de ellas. La especie con mayor potencial de uso es el *Sargassum sinicola*. En el Área de Estudio no se ha registrado la presencia de especies vegetales acuáticas bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES; convenios internacionales.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Natural	Marino	Fauna	Diversidad	R
			Especies bajo protección	C
			Especies de interés comercial	C

Diversidad: La diversidad marina en la zona de la Bahía de La Paz es muy alta, con base en las características cualitativas que brinda la CONABIO se señala que la zona prioritaria que incluye la Bahía de La Paz y Balandra cuenta con zonas de acantilados, playas, marismas, dunas costeras, lagunas, costas, bahías, arrecifes, zona oceánica e islas, y que destacan los ambientes litoral, infralitoral, pelágico y laguna costera con alta integridad ecológica.

Especies bajo protección: Además de las 31 especies de mamíferos marinos reportados en la Bahía de La Paz bajo algún tipo de protección, están reportadas por lo menos 10 especies marinas citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Cabe mencionar que **el funcionamiento del proyecto no pone en riesgo la distribución ni abundancia de ninguna especie marina.**

Especies de interés comercial: Existen alrededor de cuarenta especies de moluscos, crustáceos y peces que se pescan de manera comercial comúnmente en la Bahía de la Paz, por pescadores ribereños de diversos campamentos pesqueros.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Social	Socioeconómico	Social	Grado de marginación	C
			Calidad de vida	R
			Empleos directos	R

Grado de marginación: Cabe aclarar que si bien el municipio de La Paz pertenece a la clasificación de índice de pobreza o marginación Muy Bajo (-1,89), cerca del predio del Proyecto se encuentran ubicadas dos colonias que con base en el Cuaderno de Información Municipal 2008 de La Paz, tienen un índice de marginación muy alto: Manuel Márquez de León y Granjas Manuel Márquez de León, por lo que se espera que, de llevarse a cabo el Proyecto, habrá beneficios directos por los servicios públicos colaterales que se generarán (accesos, pavimentación, alumbrado eléctrico, generación de empleos indirectos).

Calidad de vida: Con base en los censos socioeconómicos, la calidad de vida en La Paz, como ciudad más poblada dentro del SAR es buena. Para ello se consideró que el 97,48% de la población habita en viviendas particulares, con un promedio de 3,51 ocupantes por vivienda de y 0,93 habitantes por cuarto. Así mismo el 77% de la población cuenta con algún servicio de salud y solamente tiene un 0,85 de analfabetismo. De acuerdo con la CONAPO,

esta zona está considerada como una de las que ofrece mejor calidad de vida de México y en Baja California Sur. En cuanto al nivel de bienestar el municipio de La Paz se encuentra con respecto al contexto nacional ubicado en el más alto nivel de bienestar (INEGI, 2001).

Empleos directos: La población económicamente activa en el Municipio de La Paz es de 114 212 habitantes, de los cuales el 95,57% de la población económicamente activa del Municipio de La Paz se encuentra ocupada. Sin embargo cabe destacar que de llevarse a cabo el Proyecto, contribuirá con la generación de empleos directos.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Clasificación
Social	Socioeconómico	Económico	Planes de desarrollo	R
			Actividades productivas	R

Planes de desarrollo: El plan de desarrollo considera la generación de energía eléctrica como una alta prioridad para impulsar el desarrollo de la región. Con respecto a la demanda de servicio eléctrico, de acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico, se esperan tasas de crecimiento mayores al promedio nacional en las áreas Baja California Sur, Peninsular, Noreste, Norte, Baja California y Occidental. (Crecimiento para 2008- 2017 del sistema Baja California Sur). La tasa media para 2007–2017 se estima en 7,4 %, basada principalmente en el aumento de los sectores de la empresa mediana – desarrollos turísticos – y del desarrollo normal, en relación con 7,8 % previsto en 2006 -2017.

Actividades productivas: Las actividades principales son el comercio y servicios turísticos. El turismo representa 17,63% del PIB estatal y genera el 63,3% del empleo.

IV.2.5.3 Problemática detectada en el SAR

La problemática, es el conjunto de contrariedades pertenecientes a una actividad determinada y que requieren ser atendidas, ahora bien, la problemática ambiental está considerada como *“aquellas interrelaciones entre la sociedad y el medio físico (transformado o no) que generan directa o indirectamente consecuencias negativas sobre la salud de la población humana presente y/o futura y sobre sus actividades (y relaciones) sociales; pueden provocar un impacto negativo sobre los componentes de la flora y la fauna, y alterar*

las condiciones estéticas y sanitarias del ambiente” (Di Pace, 1992). En este sentido y con base en la información expuesta las secciones anteriores, se procedió a detectar la problemática principal existente en el SAR analizado **Tabla IV.51** y que, de no ser atendidos por las autoridades correspondientes pueden causar problemas potenciales mayores.

Tabla IV.51. Problemática general detectada para el SAR analizado.

Problemática	Estatus
Escasez de agua dulce	El acuífero de La Paz, se encuentra bajo condiciones de sobreexplotación, lo que ha generado la intrusión salina. Se carece de una fuente de abastecimiento alterna. Algunos hoteles y desarrollos habitacionales cuentan con plantas desaladoras, pero no se cuenta con registro de descargas de salmuera al sistema de drenaje.
Descarga de aguas residuales	La ciudad de La Paz, no cuenta con drenaje pluvial separado de los efluentes sanitarios por lo que cuando se presentan las lluvias, se rebasa la capacidad de la planta de tratamientos de aguas residuales que opera actualmente, lo que ha provocado inundaciones de las zonas aledañas. El aprovechamiento de aguas residuales, provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales del Municipio de La Paz, para uso agrícola-forrajero en la unidad de riego Chametla, en La Paz Baja California Sur, tiene un amplio margen de uso. Posibilidad de crecimiento sustentable de la población y del turismo a través del reemplazo de agua subterránea para riego por aguas grises.
Contaminación atmosférica por gases de combustión	Emisiones de gases de combustión por fuentes fijas que se concentran en la zona suburbana de la Ciudad de la Paz. Existen cuatro dentro del SAR y son las relacionadas con la generación de energía eléctrica: la Central Termoeléctrica Punta Prieta, y la CCI Baja California Sur (con tres unidades en operación). En La Paz, por ser zona libre el 90% de los vehículos existentes tienen 5 años o más, por lo que se infiere que su uso contribuye de manera significativa a la carga de contaminantes de gases de combustión a la atmósfera.
Generación de polvos	Alta concentración de polvos por tráfico vehicular y dispersión natural por vientos. En el municipio no existe una red de monitoreo de la calidad de aire. La falta de pavimentación en gran cantidad de caminos, el uso de vehículos motorizados sobre dichos caminos y los vientos fuertes genera tolvánicas. Extracción, transporte y manejo de materiales de construcción y derivados pétreos (bancos de material). Las calles sin pavimento, combinadas con una gran cantidad de carros, crean casi diariamente una cubierta de polvo sobre la ciudad de La Paz, BCS. Bashan <i>et al.</i> 2000.

Residuos sólidos	La Ciudad de la Paz cuenta con un relleno sanitario, la generación diaria de residuos municipales es de alrededor de 300 toneladas
Reducción de la cobertura vegetal	Incremento en el desmonte de zonas naturales principalmente para desarrollos habitacionales. En la zona conurbada de la ciudad de la Paz (Chametla, El Centenario) y desarrollos turísticos en la zona del Tecolote.
Plan de ordenamiento Ecológico	No existe un Plan de Ordenamiento Ecológico para el Municipio de La Paz, por lo que la información oficial sobre el uso del suelo no está definida. Esta característica impide a su vez el desarrollo de planes de crecimiento y conservación adecuados. Por ejemplo, no se puede proporcionar certidumbre a la actividad turística e inmobiliaria a través de la determinación de las UGA susceptibles de albergar centros de población.
Línea de costa	Si bien existe la regulación para el uso del terreno federal marítimo-terrestre, sus alcances no especifican en el uso particular para zonas como la línea de costa, las dunas y la zona de manglar, todas ellas críticas para la conservación de hábitats de diversas especies de flora y fauna.
Asentamientos irregulares	Se ha observado un incremento de la mancha urbana por asentamientos irregulares tanto en caminos vecinales y cuencas de arroyos como en la periferia de la ciudad, lo cual ocasiona problemáticas colaterales como la generación de desechos sólidos sin recolectar, uso no regulado de energía eléctrica y agua potable, desmonte innecesario y ahuyentamiento de especies.
Irregularidad vehicular	Como se mencionó antes, en La Paz, por ser zona libre, el número de vehículos fronterizos no regularizados es muy elevado, este fenómeno sumado a el crecimiento de la población, ha ocasionado un mayor tránsito vehicular, trayendo consigo mayor incidencia de ahuyentamiento y atropellamiento de especies residentes, así como de decremento en la salud de algunas comunidades florísticas.

IV.2.5.4 Modelo causal

Los sistemas naturales son sistemas complejos, debido a la interacción permanente de sus componentes, por ello una herramienta útil para tratar de entender su estructura y funcionamiento es el desarrollo de modelos, que pueden ser diagramáticos, causales y/o matemáticos, el objetivo de los modelos es siempre facilitar la comprensión, del fenómeno, proceso, o sistema que se esté representando. La complejidad del modelo dependerá siempre del desarrollador, y del fin específico que se busque. Para el caso particular del presente trabajo, se desarrolló un modelo causal, que integra los componentes del sistema que a juicio del análisis resultaron ser Relevantes o Críticos y que además tendrán una afectación directa por el Proyecto ya sea de manera positiva o negativa.

El modelo causal desarrollado está basado inicialmente en la metodología de Rubin (1974).

Se conoce como modelos tipo RCM por sus siglas en inglés (Rubin's Causal Model), y se basa en la idea de asignar a cada componente una o varias condiciones determinadas, lo cual podrá generar resultados dependiendo de la combinación de condiciones que se asignen, en otras palabras es, una primera aproximación a la estructura de un sistema a través de causas y efectos (**Figuras IV.86 y IV.87**).

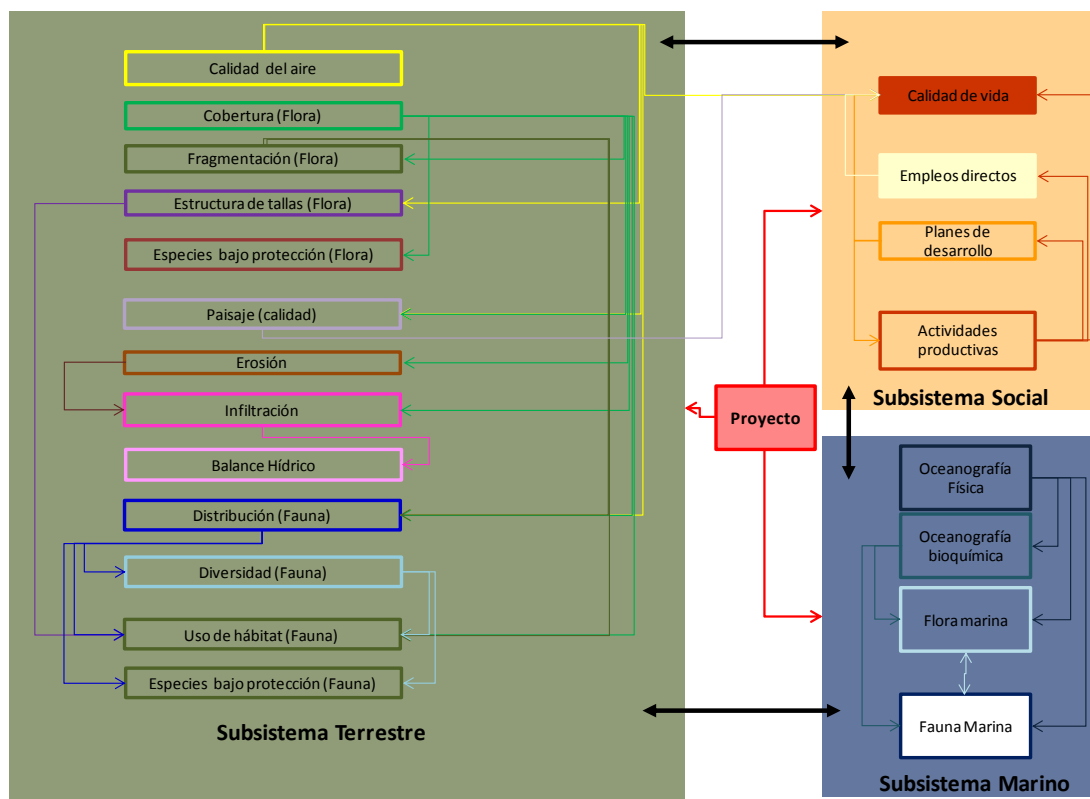


Figura IV.86. Esquematización de la primer fase del modelo causal desarrollado para el SAR delimitado para el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V. Se muestran las interacciones entre componentes dentro de cada subsistema, así como las interacciones más significativas de los componentes entre subsistemas.

La **Figura IV.86** muestra las principales interacciones existentes entre los componentes de cada subsistema y las más significativas entre subsistemas. Por su parte la **Figura IV.87** muestra las interacciones directas del Proyecto con los componentes que, de llevarse a cabo el Proyecto, se verán afectados directamente ya sea positiva o negativamente en alguna de las fases de desarrollo del Proyecto: Preparación del sitio (P), Construcción (C), Operación (O) y Abandono (A). Así mismo se muestra con un signo (-) si ese componente se verá

disminuido, un signo (+) si ese componente se verá aumentado, y un valor de (0) si durante esa fase de desarrollo no se esperan cambios en dicho componente. Cabe señalar que aquellos factores que no se verán afectados de manera directa durante ninguna de las fases de desarrollo del Proyecto no fueron considerados en el modelo, aún si fueron calificados como críticos o relevantes dentro del SAR.

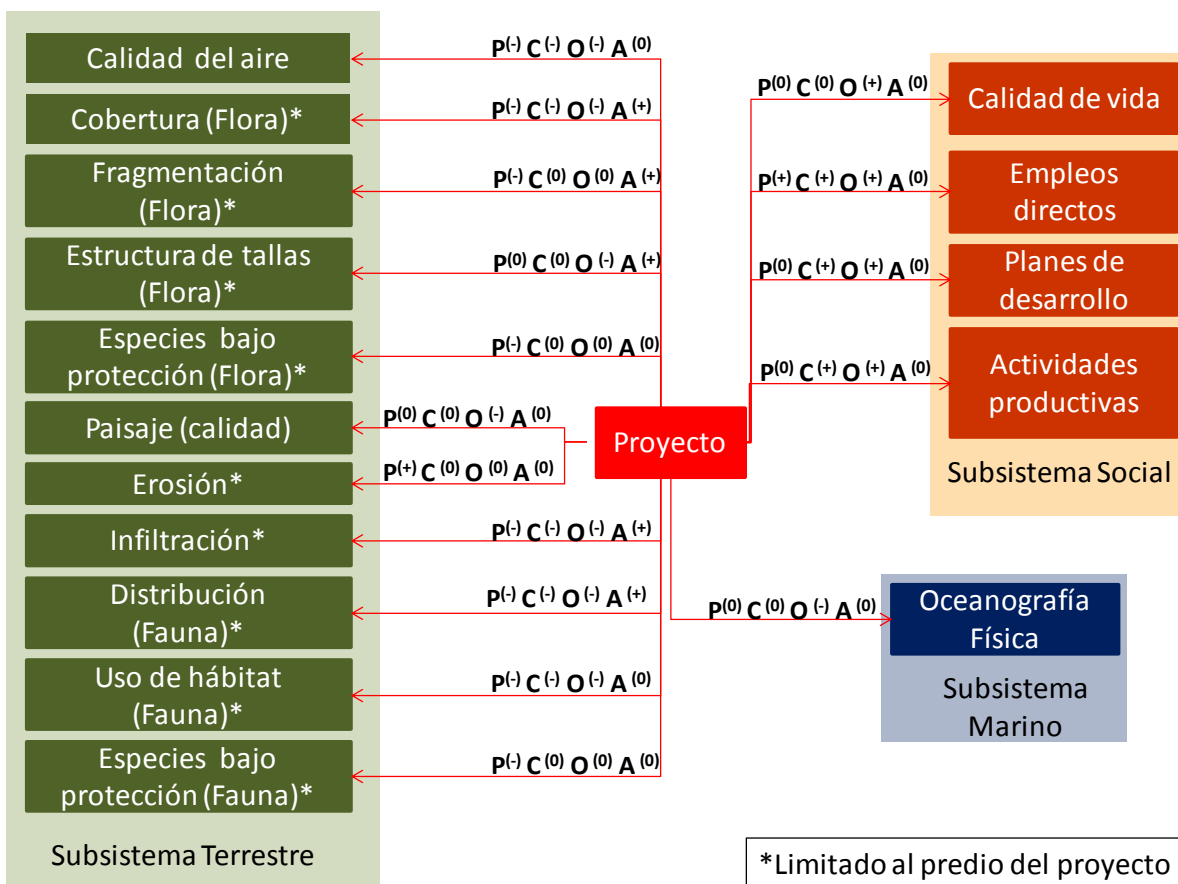


Figura IV.87. Esquematzación de la segunda fase del modelo causal desarrollado para el SAR delimitado para el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V. Se muestran en rojo las interacciones directas del Proyecto con los componentes que, de llevarse a cabo el Proyecto, se verán afectados directamente ya sea positiva o negativamente en alguna de las fases de desarrollo del Proyecto: Preparación del terreno (P), Construcción (C), Operación (O) y Abandono (A). Así mismo, cada fase del Proyecto es seguida por un signo (-), un signo (+) o un valor de (0) para indicar respectivamente si ese componente se verá disminuido, aumentado, no habra cambios durante esa fase de desarrollo para ese componente específico.

Como se puede apreciar en las figuras anteriores, los componentes de calidad de aire y Cobertura de flora son los componentes que mayor número de interacciones tienen, este les

confiere el valor de Grado Nodal más alto, que en el estudio de redes puede ser un primer indicador de la importancia de dicho componente en el sistema modelado, ya que a menudo se considera que mientras más conexiones tenga un componente dado con el resto de los componentes en un sistema, mayor será el impacto en el sistema completo, si dicho componente se ve afectado (Borgatti 2002).

Adicionalmente se utilizó el lenguaje de programación diagramático propuesto en el software Stella, utilizando la interface gráfica del mismo software, para diagramar y asignar interacción cuantitativa a un módulo genérico que en este caso se utilizó para el componente de calidad de aire, con la finalidad de ilustrar la realización de un modelo dinámico posterior. Se eligió el software Stella debido a que ya ha sido empleado para representar proyectos similares (Pérez-Maqueo et al., 2001). Se denominó módulo genérico debido a que podrá ser utilizado como base para el resto de los módulos y componentes del modelo causal.

Se utilizaron únicamente cuatro elementos diagramáticos para representar cada módulo o bloque de construcción: Variables de estado (stock), flujo, conector y convertidor (**Figura IV.88**).

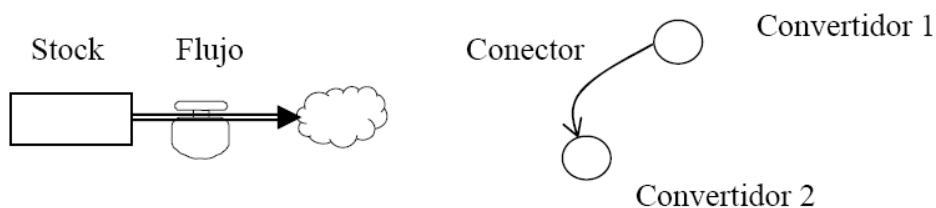


Figura IV.88. Elementos básicos utilizados para la esquematización de los módulos del modelo causal.

Variables de estado (Stock): Es un símbolo genérico para cualquier cosa que acumula o consume recursos. Por ejemplo: Agua acumulada en un contenedor. En cualquier tiempo, la cantidad de agua en el contenedor refleja la acumulación del agua que fluye desde la llave, menos lo que fluye hacía el drenaje. La cantidad de agua es una medida de la variable de estado (stock) del agua.

Flujo: Es la tasa de cambio de una variable de estado (stock). En el ejemplo anterior, los flujos son el agua que entra y el agua que sale.

Convertidor: Un convertidor se utiliza para tomar datos de entrada y manipularlos para convertir esa entrada en alguna señal de salida. En el ejemplo, si se toma el control de la llave que vierte el agua al interior, el convertidor toma como entrada esta acción en la llave y convierte la señal en una salida que se refleja en la salida de agua.

Conector: Un conector es una flecha que le permite a la información pasar entre: convertidores; stocks y convertidores; stocks, flujos y convertidores. Un conector cuya dirección va de un convertidor 1 a un convertidor 2 significa que el convertidor 2 es función del convertidor 1. En otras palabras, el convertidor 1 afecta al convertidor 2.

Nota: La nube que sale del flujo respresenta el medio circundante, no modelado.

En la **Figura IV.89**, se muestra la esquematización del módulo de calidad de aire para ejemplificar cómo se pueden implementar para un modelo dinámico posterior. La figura muestra la interacción de las emisiones de gases a la atmósfera a partir de fuentes fijas: complejo CCI Baja California Sur (en el diagrama se indica como CCI I a IV) y la adición del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V (CCI V) (en el diagrama indicado como PRODUCCION CCI V) estas emisiones están representadas en forma de flujos independientes, el flujo de la CCI Baja California Sur (CCI I a CCI IV) se considera constante, mientras que el flujo de la CCI V está en función de la tasa de producción de energía (TASA DE PRODUCCION). Estos flujos están conectados a una variable de estado que es la acumulación de contaminantes en la atmósfera (en el diagrama se indica como CONTAMINANTE) que tiene una interacción directa con la calidad de vida que a su vez tiene como regulador el límite máximo establecido en las Normas oficiales mexicanas en cuanto SO_2 , NO_2 y PM_{10} (NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993 respectivamente), por su parte la variable de estado (CONTAMINANTE) también está afectada por un flujo de dispersión (DISPERSION) que está en función de su tasa de cambio (TASA DISPERSION). De esta manera al activar el módulo en el simulador se podrá observar el comportamiento de la calidad de vida en función de la calidad de aire que podrá ser regulada tanto por las emisiones de las fuentes fijas como por la tasa de dispersión en el sistema.

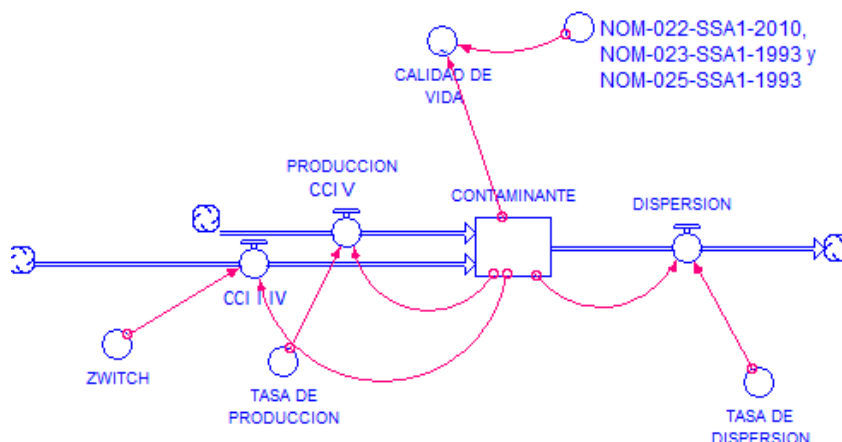


Figura IV.89. Esquema de las iteraciones que afectan la calidad de aire por emisión de gases a la atmósfera.

IV.2.5.5 Integración y Diagnóstico ambiental del SAR

Con base en la información recabada se puede definir al SAR como un **sistema natural con un estado de conservación alto**, si bien el SAR presenta influencia de actividad antropogénica proveniente principalmente de la ciudad de La Paz, el SAR **se considera como una zona de gran importancia ecológica** debido al alto número de especies endémicas y/o de distribución restringida tanto marinas como terrestres (un alto porcentaje de ellas se encuentran bajo algún tipo de protección especial), no obstante para el caso de fauna, **no se detectó ni se tiene el antecedente de alguna zona en particular para llevar a cabo su reproducción, descanso o resguardo de ninguna especie de aves, reptiles, anfibios o mamíferos (ni terrestres ni marinos)**. Así mismo, cabe señalar que **ninguna de las especies terrestres de flora y fauna (incluso aquellas bajo algún tipo de protección especial) tiene distribución restringida al predio del proyecto, ni incluso al SAR**. Referente a la biota marina, en el SAR no hubo registro de especies vegetales acuáticas bajo régimen de protección legal, por su parte y con base a las características cualitativas que brinda la CONABIO se señala que la zona prioritaria que incluye la Bahía de La Paz y Balandra cuenta con zonas de acantilados, playas, marismas, dunas costeras, lagunas, costas, bahías, arrecifes, zona oceánica e islas, y que destacan los ambientes litoral, infralitoral, pelágico y laguna costera **con alta integridad ecológica**, confiriendo por tanto una diversidad marina muy alta, aunado a ello además de las 31 especies de mamíferos marinos reportados en la Bahía de La Paz bajo algún tipo de protección, están reportadas por lo menos 10 especies marinas citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo,

ninguna de las especies marinas (incluso aquellas bajo algún tipo de protección especial) tiene distribución restringida al SAR analizado.

Referente al funcionamiento del sistema, se observó que con base en las características actuales y debido a que Baja California Sur no es un estado industrializado, **el SAR presenta una calidad del aire aceptable**, ya que la presencia de contaminantes en la atmósfera se encuentran significativamente por debajo de los niveles permitidos por las normas oficiales mexicanas para la protección de la salud de la población en cuanto a SO_2 , NO_2 y PM_{10} (NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993 respectivamente).

Con respecto al balance hídrico del SAR, **se observó una desproporción, ya que el acuífero está sobre concesionado y se encuentra en condiciones de sobreexplotación**, lo que ha generado la intrusión salina; adicionalmente, al momento se carece de una fuente de abastecimiento alterna. En este sentido **es de particular importancia destacar que para el Proyecto 286 CCI Baja California Sur V no se requerirá del suministro de agua subterránea**, ya que se empleará agua destilada generada en la C.T Punta Prieta y transportada mediante el acueducto que actualmente se encuentra en operación, por lo cual NO será necesaria la instalación de una nueva evaporadora, ya que con la capacidad de las evaporadoras existentes en la CT Punta Prieta se suministrará el agua necesaria para la 286 CCI Baja California Sur V. En consecuencia el rechazo de las evaporadoras (salmuera) NO se incrementará en su gasto.

Con respecto a los procesos de erosión y estabilidad edáfica, se observó que en los alrededores del predio del Proyecto **existe buena estabilidad edafológica y no se registró ningún proceso de erosión acelerada**, no obstante, se detectó que dentro del SAR, principalmente hacia la zona conurbada de la ciudad de la Paz (Chametla y el Centenario) se ha incrementado el desmonte no planificado para desarrollos habitacionales, trayendo como consecuencia una reducción de la cobertura vegetal, este mismo fenómeno se observó hacia la zona del Tecolote debido a los desarrollos turísticos que se están llevando a cabo, aunado a ello, los asentamientos irregulares tanto en caminos vecinales y cuencas de arroyos como en la periferia de la ciudad, están incrementando problemáticas colaterales como es la generación de desechos sólidos sin recolectar, uso no regulado de energía eléctrica y agua potable, desmonte innecesario y ahuyentamiento de especies.

El problema anterior es debido en gran parte a que **no existe un Plan de Ordenamiento**

Ecológico para el Municipio de La Paz, por lo que la información oficial sobre el uso del suelo no está definida. Esta característica impide a su vez el desarrollo de planes de crecimiento y conservación adecuados. Por ejemplo, no se puede proporcionar certidumbre a la actividad turística e inmobiliaria a través de la determinación de las UGA susceptibles de albergar centros de población, por su parte, si bien existe la regulación para el uso del terreno federal marítimo-terrestre, sus alcances no especifican en el uso particular para zonas como la línea de costa, las dunas y la zona de manglar, todas ellas críticas para la conservación de hábitats de diversas especies de flora y fauna registradas en el SAR.

Dentro del SAR se observó que las actividades económicas principales son el comercio y servicios turísticos, y si bien el SAR cuenta con un margen potencial considerable de uso de suelo para actividades productivas y habitacionales, el mayor aprovechamiento de recursos naturales está reflejado en el sector turístico, por lo que **mantener la buena calidad paisajística (incluyendo el buen estado de salud y conservación de sus comunidades florísticas y faunísticas tanto terrestres como marinas) es de gran importancia, no solo por la belleza escénica sino porque el sector turístico aporta el 17,36 % del producto interno bruto estatal y genera el 66,3% del empleo de la Población Económicamente Activa (PEA) ocupada para el municipio de La Paz.**

Finalmente cabe mencionar que el Plan de Desarrollo Regional considera la generación de energía eléctrica como una alta prioridad para impulsar el desarrollo de la región. Con respecto a la demanda de servicio eléctrico, de acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico, se esperan tasas de crecimiento mayores al promedio nacional en las áreas Baja California Sur, Peninsular, Noreste, Norte, Baja California y Occidental. (Crecimiento para 2008- 2017 del sistema Baja California Sur). La tasa media para 2007–2017 se estima en 7,4 %, basada principalmente en el aumento de los sectores de la empresa mediana – desarrollos turísticos – y del desarrollo normal, en relación con 7,8 % previsto en 2006 -2017.

Capacidad de respuesta ambiental

El término de homeostasis del sistema NO es aceptado por la comunidad científica, se restringe más bien a los organismos; sin embargo, en la teoría general de sistemas, la homeostasis es el “equilibrio” o “estabilidad base” entre las partes del sistema, por medio del flujo continuo de materiales, energía o información; es importante aclarar que este “equilibrio” no es sinónimo de que el sistema sea fijo o estático, por lo contrario todos los sistemas son

dinámicos, y la estabilidad del sistema como tal dependerá tanto de la capacidad de adaptarse frente a los cambios, como del punto de desarrollo o estado en el que se encuentre el sistema, ya que los sistemas pueden ser poli-estables, es decir que pueden mantener estructura y funcionalidad en diferentes escenarios, lo que se conoce en la teoría de sistemas complejos como panarquía (Gunderson y Holling, 2002).

Ahora bien, la capacidad de los sistemas para absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; pudiendo regresar a su estado base una vez que la perturbación ha terminado, se conoce como resiliencia. Por regla empírica general, se ha observado que las comunidades o los ecosistemas más complejos (que poseen mayor número de interacciones entre sus partes), suelen poseer valores de resiliencia mayores ya que existe una mayor cantidad de mecanismos reguladores y la probabilidad de que la funcionalidad del sistema disminuya por pérdida de uno de sus componentes se ve disminuida, en comparación con un sistema menos complejo.

En este sentido la capacidad de resiliencia de un ecosistema está directamente relacionada con la riqueza de especies y el traslado de las funciones ecosistémicas. Es decir que un sistema en el cual sus integrantes tengan más diversidad y número de funciones ecológicas será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.

Para calcular el número total de conexiones del SAR estudiado, se consideró el modelo topológico desarrollado para el proyecto 235 CCI Baja California Sur IV que actualmente está en construcción, se decidió utilizar este modelo por dos causas principales: 1) con excepción de la parte marina, el modelo considera de manera general los mismos componentes y subsistemas que los considerados para el proyecto 286 CCI Baja California Sur V, y 2) porque a la fecha no se tiene conocimiento de ningún otro modelo desarrollado, avalado y publicado que integre los componentes del sistema del presente estudio. Bajo esta consideración, el análisis topológico se basó en una matriz binaria de presencia ausencia de las interacciones de los componentes del sistema que da un primer acercamiento de la importancia posicional de los diferentes nodos, para ello se utilizó el programa UCINET VI (Borgatti 2002). Se consideró cada interacción positiva como una conexión directa entre componentes asignando un valor de 1 y de 0 si no se detectó interacción o conexión en el diagrama causal y se calcularon los índices de ascendencia y overhead para el sistema siguiendo la metodología de Ulanowicz, (1986), y Ulanowicz y Norden, (1990), **Tabla IV.52**, de acuerdo con estos autores el valor de overhead es un indicador directo de la resiliencia.

Tabla IV.52. Índices de ascendencia y overhead para el SAR.

Total conexiones encontradas	Máximo teórico de conexiones	Ascendencia %	Overhead %
322	729	44.2	55.8

Aquí cabe aclarar que los componentes del SAR son componentes generales debido al alcance del estudio y cada uno de estos componente se podrá especificar tanto como el autor de los modelos lo desee o sea requerido en los alcances de estudios posteriores; no obstante, el número de conexiones encontrado es alto lo que le confiere al SAR la cualidad de **sistema complejo, adicionalmente el valor de resiliencia también fue alto (55.8%).**

Ahora bien, considerando que el SAR es un sistema complejo altamente resiliente, y tomando como base los valores de centralidad reportados para el proyecto 235 CCI Baja California Sur IV, observamos que el componente de urbanización es el componente clave del sistema debido a que posee mayor grado nodal (considera el número de otros nodos que están conectados al nodo *i*), aunado a ello observamos en la problemática que en el sistema se pueden identificar como tensores ecológicos: 1) el desarrollo urbano (que trae consecuencias principalmente en la cobertura vegetal y ahuyentamiento de fauna) y 2) las emisiones a la atmósfera, cuyos indicadores propuestos se mencionan mas adelante.

Indicadores

Como indicadores de seguimiento dinámico del desarrollo urbano (**Figura IV.90**) se propusieron las tasas de construcción de vivienda y de crecimiento poblacional, ambas con una tendencia a aumentar con valores de 10,711 viviendas y 45,152 habitantes por cada 10 años respectivamente, aunque también debe considerarse los desarrollos turísticos y la disminución de zonas de cultivo, este último con valores de decrecimiento, observando que la tasa de disminución actual es de casi 50 ha menos cultivadas cada año, así mismo la tasa de siniestro en los cultivos también ha disminuido con una tasa anual de 16,961, indicando probablemente mayor tecnificación en los cultivos.



Figura IV.90. Indicadores del desarrollo urbano, principal tensor ecológico del SAR estudiado.

Por su parte, en el contexto regional podemos observar que el desarrollo de los proyectos de CFE en el predio, no han generado mayor perturbación ecológica en términos de cobertura vegetal y las consecuencias que ello implica a lo largo del tiempo (**Figura IV.91**), por lo que no se observa ninguna tendencia negativa en este sentido, no obstante es recomendable utilizar un indicador ecológico como el Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por su siglas en inglés).

Con la finalidad de obtener un indicador de NDVI a escala regional para el presente estudio se utilizó la variación regional calculada por Salinas-Zavala, 2003 para el “grupo 4” que según el autor, corresponde al tipo de matorral xerófilo sin formaciones arbóreas y que cubre nuestra área de estudio. El autor menciona que el NDVI para la zona tiene valores entre -1.4 y -1 sin variación significativa a lo largo del periodo analizado (1981-2000), es decir que no se observa ninguna tendencia, así mismo menciona que el NDVI tiene un alto valor de correspondencia con la precipitación obteniendo valores de probabilidad mayores al 70% durante verano y del 20% para invierno en la zona.



Figura IV.91. Detalle de las modificaciones del predio en términos de cobertura vegetal y sus alrededores en el contexto regional.

Para el segundo tensor ecológico identificado en el SAR, las emisiones en la atmósfera se recomienda utilizar como indicador directo la concentración de estas emisiones con respecto a las normas oficiales correspondientes (SO_2 , NO_2 y PM_{10} , NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993), como se muestra en la **Tabla IV.53**.

Tabla IV.53. Concentraciones estimadas en la modelación para NO_x , SO_2 y PM_{10} .

Sustancia	Periodo promedio por Norma	Concentración máxima de la modelación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración de Fondo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	límite indicado en la Norma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO_x con SCR	1 h	259,60	33,67	293,27	395
SO_2	24 h	171,73	14,62	186,35	341
SO_2	Anual	45,87	14,62	60,49	79
PM_{10}	24 h	10,91	SD		150
PM_{10}	Anual	2,92	SD		50

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

En esta sección se identifican, caracterizan, ponderan y evalúan los impactos ambientales, que pueden producirse durante el desarrollo del Proyecto en cada una de sus diferentes fases o etapas. Se enfatiza principalmente en los impactos relevantes o significativos y de éstos, en los residuales, acumulativos y/o sinérgicos, relacionándolos con los componentes ambientales identificados para la región donde se ubicará el proyecto.

La CCI Baja California Sur V se construirá en el sitio “San Francisco” en un predio aledaño al que ocupan actualmente las CCI Baja California Sur, para aprovechar la infraestructura existente desarrollada para las mismas, tales como; acueducto, combustoleoducto, subestación, suministro de energía eléctrica, así como camino de acceso.

La CCI Baja California Sur V tendrá una capacidad de generación de energía aproximada de 43 MW, empleando como combustible combustóleo nacional ó una mezcla de combustóleo-diesel, en una superficie aproximada de 5,69 ha.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La estructura y las funciones del Sistema Ambiental Regional (SAR), definido en el Capítulo IV, pueden ser modificadas por impactos ocasionados sobre algunos componentes ambientales, razón por la cual la evaluación se realizó a partir de la aplicación de dispositivos metodológicos, para asegurar que todos los factores ambientales que contiene el sistema sean incluidos en el análisis.

El análisis de los impactos ambientales se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero”, esto es, los impactos muestran la diferencia entre las condiciones ambientales esperadas en el SAR y en el Área de Estudio, ante la eventualidad de que éste no se realice, y aquellas otras que se prevé ocurran, como consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología seguida tanto para la evaluación del impacto ambiental como la valoración cuantitativa de impactos para el presente trabajo, se enmarcó tanto en lo especificado por la Guía para desarrollar una manifestación de impacto ambiental, modalidad regional como en los términos de referencia especificados por CFE.

Para llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos, con la información sobre las características del medio y las del proyecto, fue necesario el empleo de más de una técnica y que fueran complementarias entre sí.

Estas técnicas seleccionadas para la evaluación del Proyecto fueron: (a) listas de control y (b) matriz de interacción de impactos o matriz de Leopold (modificada).

V.1.1.1 Listas de control

Se desarrollaron listas de control basadas en una lista de control simple propuesta por la Comisión Federal de Energía de los E.U.A. (Federal Power Commission, 1973). Estas listas fueron modificadas por el grupo de trabajo interdisciplinario encargado de desarrollar la presente evaluación, en función de la información relativa a la caracterización del medio físico-biológico-social, incluida en el Capítulo IV y a las actividades del proyecto descritas en el Capítulo II.

La principal ventaja de estas listas es que son un método simple y eficiente para mostrar resultados preliminares; en tanto que sus principales desventajas son la dificultad para la identificación de impactos directos e indirectos.

Una de las listas se presenta con la intención de proporcionar información general relevante y sintetizada sobre los factores y componentes ambientales (recarga media de agua, uso de suelo, calidad del aire, relieves, especies protegidas, etc.), delimitados para cada factor ambiental (suelo, geología y geomorfología, atmósfera, fauna, vegetación, etc.) que pudieran verse modificados potencialmente. La lista fue conformada como resultado de las conclusiones del grupo de trabajo, a partir de las cuales se generaron tablas descriptivas con los aspectos relevantes de cada factor ambiental.

La otra lista incluye la descripción de las actividades del proyecto separadas por las diferentes etapas del mismo.

Este par de listas se utilizaron posteriormente para conformar la Matriz de interacción.

V.1.1.2 Matrices

Matriz de interacción. Esta matriz consiste en una modificación realizada a la Matriz de Leopold. La ventaja de esta técnica es que se relacionan las actividades en las diferentes etapas del Proyecto con los factores ambientales, lo que facilita la interacción de éstas, reflejando los posibles impactos al ambiente a través de la vida útil del Proyecto. Por lo tanto, es un buen método para mostrar resultados. Su principal desventaja es que en ocasiones puede no ser muy objetiva, ya que cada grupo evaluador tiene la libertad de desarrollar su propio sistema de jerarquización y evaluación de los impactos.

Los impactos identificados debidos al desarrollo del Proyecto se calificaron con base en el efecto que ejercen las actividades inherentes al Proyecto sobre los factores ambientales, en función de una serie de atributos que determinan la importancia de cada interacción observada.

Fue a partir de la determinación de la importancia de los impactos que se identificó a aquellos que resultarían ser significativos, y hacia los que deberán concentrarse en mayor grado las medidas de prevención, mitigación o compensación.

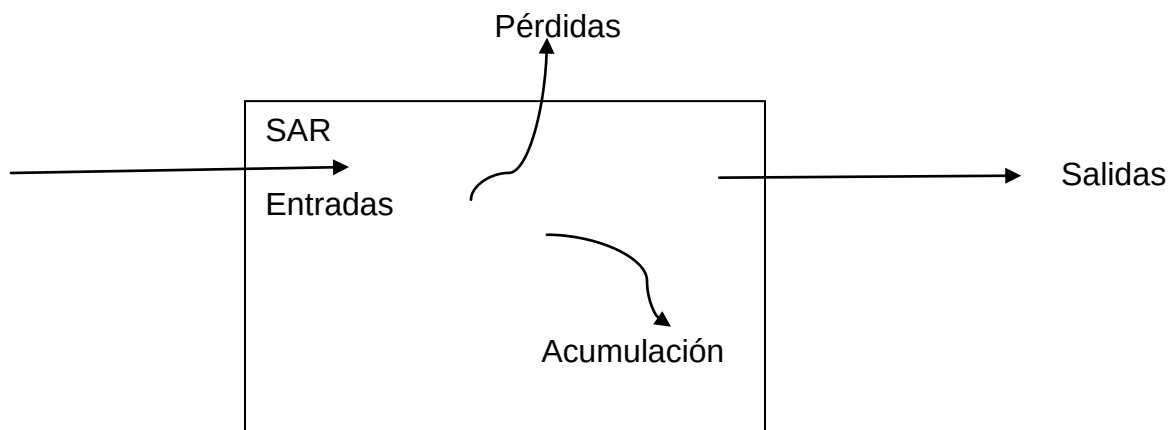
V.1.1.3 Metodología para la construcción del escenario modificado por el Proyecto

Los escenarios futuros son dependientes de la introducción del Proyecto en el escenario ambiental actual (Capítulo IV), a través de la vida útil del Proyecto.

Para la construcción de los posibles escenarios futuros, fue necesario aplicar modelos y predicciones conceptuales. Para ello, se acotó el SAR del Proyecto como un objeto con dos grupos de variables, denominadas como entradas y salidas (**Figura V.1**).

Adicionalmente, se establecieron tres escenarios de acuerdo a las etapas del Proyecto (1. Etapas de preparación de sitio y construcción, 2. Etapa de operación y mantenimiento, y 3. Etapa de abandono), y a éstos se les aplicaron los modelos conceptuales de simulación.

En este sentido, para facilitar la visualización de estos escenarios futuros se determinó un balance de materia, sintetizado a continuación:



SAR: Sistema Ambiental Regional (Definido en el capítulo IV).

Entradas: Materiales e insumos requeridos para la construcción y desarrollo del Proyecto.

Acumulación: Materia y energía derivadas de las actividades del Proyecto, que se acumulan y permanecen dentro del SAR.

Pérdidas: Materia y energía perdida durante los procesos de construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio.

Salidas: Materia y energía producida como resultado de las actividades del Proyecto que no permanecen dentro del SAR.

Figura V.1. Concepto de balance de materia del escenario

V.1.2 Identificación

En este apartado se realizó la identificación y descripción de las fuentes de cambio, es decir, las acciones del Proyecto que afectan al sistema a partir de las modificaciones a los factores ambientales. Para lo cual fue necesario identificar dichas fuentes de cambio por etapas del Proyecto, como se describen a continuación.

Etapas del Proyecto

A. Preparación del sitio y construcción: En esta etapa comenzarán las actividades en el sitio. Como primeras actividades se llevarán a cabo el rescate de la vegetación y fauna seleccionada, después el desmonte, seguido por el despalde, y la colocación de instalaciones provisionales. Y por último la colocación de instalaciones definitivas. A la par de estas actividades, los cambios generados se darán en diversos componentes ambientales, en muchos casos paralelamente. Es decir, desde la movilización de la maquinaria, los movimientos de tierra y la remoción de suelo, se ocasionarán cambios provisionales en la calidad del aire, así como la generación momentánea de ruido. Por otro lado, la remoción de

vegetación propiciará desplazamientos y pérdidas provisionales y definitivas de individuos de flora y fauna.

B. Operación y mantenimiento: Estas actividades serán paulatinas desde la conclusión de la etapa de construcción, y generarán pocos cambios ya que la energía eléctrica generada es la mayor salida del Proyecto. En la operación de los generadores y sus chimeneas se emitirán gases contaminantes o de efecto invernadero (NO_x , SO_2 , CO_2) partículas, polvos (PM_{10}) y humos, así como se generará ruido. Además habrá pequeños cambios adicionales a la calidad del aire debido a la operación de vehículos, equipo portátil y equipo de mantenimiento durante esta etapa. Asimismo, las instalaciones pueden causar un desplazamiento de fauna terrestre o fragmentación de los hábitats.

C. Abandono: Durante esta etapa se movilizará equipos y maquinaria para el desmantelamiento, demolición y remoción de las instalaciones. Estas actividades ocasionarán cambios provisionales en la calidad del aire presente, así como la generación de ruido por las mismas fuentes. En conclusión, los cambios antes mencionados se pueden resumir como se observa en la **Tabla V.1** que identifica las fuentes de cambio del Proyecto.

Tabla V.1. Fuentes de cambio del Proyecto.

	Fuentes de Cambio	Factor Afectado	Cambio generado
A	Preparación del Sitio y Construcción	Aire, Ruido, Suelo, Flora y Fauna	Cambio temporal en la calidad del aire, generación de ruido, cambio en el uso del suelo, Pérdida de individuos de flora y fauna. Pérdida de hábitats.
B	Operación y Mantenimiento	Aire, Ruido, Fauna, Paisaje y Socioeconómico	Cambio permanente en la calidad del aire, generación de ruido, posible desplazamiento de fauna,
C	Abandono y Restauración	Aire, Ruido, Suelo	Cambio temporal en la calidad del aire, generación de ruido,

V.1.2.1 Identificación de las Actividades del Proyecto.

Se estudió el proyecto y sus alternativas (capítulo II de la MIA), de donde se recabó la información que permitió identificar las fuentes de cambio, es decir, las acciones del Proyecto que podrían afectar al sistema a partir de las modificaciones a los factores ambientales (**Tabla V.2**). Se identificaron un total de **33** actividades o acciones de las diferentes etapas del Proyecto.

Tabla V.2. Lista de Actividades del Proyecto.

ETAPA	CLAVE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	A01	Contratación de personal	Se requiere la contratación de personal, tanto calificado como no calificado. La cantidad de personal será variable a lo largo de la vida del Proyecto (desde la preparación del sitio, hasta el abandono), esperándose una disminución considerable durante la etapa de operación y mantenimiento.
	A02	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal	Se refiere al traslado al predio del Proyecto de todos los equipos, maquinaria pesada, refacciones, estructuras e insumos necesarios, así como del personal requerido en sus diferentes etapas.
	A03	Rescate de flora y fauna	Esta actividad se desarrollará previa al desmonte y despalme. Se marcarán los individuos seleccionados de las especies de Flora determinadas para el rescate, así como se ahuyentará y/o capturará a los individuos de fauna seleccionada. Posteriormente, se trasladarán al sitio acondicionado para su almacenamiento temporal mientras son reubicados para su implantación y mantenimiento en un sitio definitivo.
	A04	Desmonte y despalme	Esta actividad se desarrollará previamente a la construcción e instalación de la infraestructura para el proyecto y consiste en la remoción de la vegetación del terreno y una capa superficial de suelo (retiro de árboles, arbustos, escombros y vegetación a ras de suelo como hierbas, troncos y raíces)
	A05	Colocación de instalaciones provisionales	Las instalaciones provisionales del Proyecto son: 1.- Oficinas de construcción, comedores y almacenes 2.- Patios de maniobras y estacionamientos temporales Mismas que serán colocadas conforme vayan siendo requeridas según se desarrolle la construcción del Proyecto.
	A06	Excavación y nivelación	Consiste en movimientos de tierra para acondicionar y estabilizar el terreno de acuerdo a las necesidades del Proyecto, garantizando la permanencia y el óptimo estado y operación de los equipos e instalaciones. Se ejecutarán excavaciones a cielo abierto con profundidades variables de 1,0 m hasta 4,50 m por medios manuales o mecánicos.
	A07	Cortes, relleno y nivelación de áreas en declive.	El material sobrante producto de excavaciones será utilizado para rellenar partes bajas del predio del Proyecto. Se requerirán volúmenes mínimos para rellenos, un total aproximado de 30 m ³ . Para la nivelación, en caso necesario, se utilizará material de

Tabla V.2. Lista de Actividades del Proyecto.

ETAPA	CLAVE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
			bancos previamente autorizados
	A08	Disposición de material (sin uso)	Se utilizará el material producto de las excavaciones realizadas para cimiento, tuberías, etc., que sea susceptible de ser aprovechado como relleno. El excedente del material excavado que no pueda ser aprovechado en los trabajos de relleno, será esparcido dentro de los límites del terreno o enviado a un banco de materiales.
	A09	Manejo de residuos	Se refiere al manejo integral (generación, almacenamiento, transporte, tratamiento, reciclaje, aprovechamiento y disposición final) de los residuos sólidos, líquidos, industriales y peligrosos. Se contará con un área específica para almacenar residuos no peligrosos y un almacén temporal de residuos peligrosos.
	A10	Construcción de caminos, estructuras de concreto e instalación de infraestructura definitiva	Las instalaciones definitivas del proyecto incluyen: 1.- Caminos interiores 2.- Chimeneas 3.- Turbinas, transformadores, etc. 4.- Edificios de operaciones y mantenimiento 5.- Subestaciones eléctricas
	A11	Montaje Electromecánico	Se refiere a las actividades realizadas para el montaje de un generador con una capacidad total de 43 MW a condiciones de diseño de verano, con todos sus equipos y sistemas auxiliares (Incluyendo el equipo de medición de emisiones) y de emergencia
	A12	Puesta en Servicio	Se hacen pruebas de operación de todos los sistemas para dejar funcionando la central.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	A13	Contratación de personal	Igual a A01
	A14	Transporte de insumos, equipos, materiales y personal	Igual a A02
	A15	Operación del motor de combustión interna y chimenea	Se refiere al proceso de generación de energía eléctrica a partir de la operación continua del generador de combustión interna , mismo que produce emisiones a la atmósfera
	A16	Operación de instalaciones eléctricas y sistemas auxiliares	Subestaciones y Líneas de Transmisión
	A17	Suministro de agua para la operación de la central	Consiste en el incremento del número de horas de operación de las evaporadoras de la planta desaladora de agua de mar de la CT Punta Prieta que proveerá de agua a este Proyecto por medio del acueducto existente.

Tabla V.2. Lista de Actividades del Proyecto.

ETAPA	CLAVE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	A18	Descarga de salmuera de la operación de la desaladora	Se refiere al agua de rechazo o salmuera o a la variación de su concentración actual, producida por las evaporadoras de la CT Punta Prieta y que son enviadas al canal de descarga en donde se diluyen para finalmente ser descargadas a la Bahía de la Paz. Como las evaporadoras existentes incrementarán el número de horas al año en que permanecen operando, el rechazo de las evaporadoras (salmuera) NO se incrementará en su gasto.
	A19	Manejo de residuos	Igual a A09
	A20	Almacenamiento de combustible	Se refiere al manejo de los combustibles empleados (y de los residuos asociados) para los vehículos y maquinaria durante las actividades de operación y mantenimiento, garantizando su almacenamiento apropiado dentro de contenedores y áreas acondicionadas de acuerdo con los lineamientos de la normatividad aplicable
	A21	Sistema de Control de Emisiones a la Atmósfera	Para la disminución del NO _x la tecnología a utilizar será el Proceso de Reducción Catalítica Selectiva o SCR , que consiste en la inyección de amoníaco a los gases de combustión y una vez mezclados, pasan por un catalizador a temperatura de 300 - 420 °C por lo que se lleva a cabo una reacción en la que los óxidos de nitrógeno son convertidos en nitrógeno y agua.
	A22	Transporte y almacenamiento de Amoníaco	Para la operación del SCR , se estima un consumo de la solución de amoníaco al 22-29 % de 200 g/s, lo que implica el almacenamiento de un total de 400 m ³ en un tanque de acero al carbón para su uso por al menos de 30 días.
	A23	Generación de Energía Eléctrica	Es el resultado del funcionamiento de los sistemas y equipos de la Central
	A24	Mantenimiento Preventivo	El mantenimiento de tipo preventivo es continuo y no implica la disminución en la capacidad de generación de la Central, y consiste en: Repintado de áreas y equipos expuestos a ambientes corrosivos. Cambio de aceite, filtros y engrasado de equipos cuyas partes están expuestas a fricción. Limpieza de la fosa separadora de grasas y aceites.
	A25	Mantenimiento Correctivo (Mayor)	El mantenimiento mayor el cual se da a los equipos principales, implica el paro de la Central y trae como consecuencia una disminución en la disponibilidad de generación
ABANDONO DEL SITIO	A26	Contratación de Personal	Igual a A01
	A27	Transporte de insumos, equipos, materiales y personal	Igual a A06
	A28	Colocación y operación	Se requerirá de oficinas provisionales, almacenes de

Tabla V.2. Lista de Actividades del Proyecto.

ETAPA	CLAVE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		de instalaciones provisionales	equipo y maquinaria, comedores e instalaciones sanitarias para el personal. Estas instalaciones serán colocadas conforme vayan siendo requeridas según se desarrollen los trabajos de demolición y desmantelamiento. Serán removidas una vez que se concluya con los trabajos en el área particular en abandono
	A29	Desmantelamiento de equipo y desarmado de estructuras	Al término de la vida útil del Proyecto, se procederá al retiro de todas las instalaciones definitivas: generadores, Subestaciones Eléctricas, Edificios de Operación y Mantenimiento y Líneas de Conducción Eléctrica. Para el retiro de las instalaciones se seguirá un plan de cierre
	A30	Demolición de edificios	Se demolerán los edificios y se removerán las tuberías superficiales.
	A31	Limpieza y acondicionamiento	Es la restauración de las áreas desocupadas tras el desmantelamiento y demolición de las instalaciones del predio del Proyecto. El terreno se dejará libre de escombros y libre de áreas con importantes depresiones topográficas que pudiesen afectar los patrones de escurrimiento superficial.
	A32	Manejo de residuos	Igual a A09
	A33	Restitución de suelos	Se identificarán las áreas que potencialmente se hubieran contaminado durante la operación de la CCI Baja California Sur V, procediendo a su saneamiento. Como el uso de suelo será industrial, no se considera un programa de restitución de flora. Lo más recomendable es dejar el terreno en condiciones que se permitan las actividades que prevalezcan en el momento de abandono del sitio.

V.1.2.2 Identificación de los Factores y Componentes Ambientales afectados por el Proyecto

Para conocer el ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto, se analizó el capítulo IV, y la identificación de los factores y componentes ambientales se realizó a través de la generación de una lista de control simple definiendo los factores del ambiente susceptibles de sufrir algún cambio debido a las actividades del Proyecto (Línea Base).

El resultado de la identificación de los factores y componentes ambientales se muestra en la **tabla V.3**. Se identificaron un total de 30 componentes, correspondientes a 12 factores ambientales.

Tabla V.3. Lista de Factores y Componentes Ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

FACTOR	CLAVE	COMPONENTE	COMENTARIOS
AIRE O ATMÓSFERA	C01	Calidad del Aire La calidad del aire está dada por la composición y concentración de los gases que lo conforman y se expresa mediante la concentración o intensidad de contaminantes, la presencia de microorganismos, y/o la apariencia física.	Actualmente en la región existen fuentes de emisiones contaminantes tales como las Centrales: C.T. Punta Prieta (3 unidades), CCI Baja California Sur I(3 unidades) y próximamente 235 CCI Baja California Sur IV Además existe contaminación generada por el tránsito de vehículos en calles y caminos no pavimentados de la zona urbana y suburbana. Los niveles de calidad del aire actuales en cuanto a NO _x , SO ₂ y PM ₁₀ se encuentran dentro de los límites establecidos en las normas respectivas.
	C02	Confort Acústico El confort acústico es aquella situación en la que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para el descanso, la comunicación y la salud de las personas.	Las fuentes fijas de emisión de ruido son las de las actuales centrales termoeléctricas en operación. Adyacente al predio del Proyecto existe un relleno sanitario, su operación genera niveles de ruido durante el día de hasta 55 dB, por la operación de la maquinaria.
GEOLOGIA y GEOMORFOLOGIA	C03	Recursos Pétreos	En total existen 5 Bancos de Material Autorizados el área. 3 Bancos de arena y grava; Playa Cachimba, Ensenada el Coyote y S/n. Banco de materiales; La Fortuna y un Banco de cantera de toba rosada
	C04	Relieve	El predio del Proyecto se encuentra sobre una explanada o valle intermontano llamado localmente Valle La Laguna-El Coyote, el cual comprende un aluvión de planicie con pendiente de 1 %, que conforma las vías del acuífero Coyote – Cajoncito. El relieve de este sitio es prácticamente plano que da forma al valle, y el cual se encuentra limitado al norte por la zona de lomeríos, al oeste por la sierra formada por rocas volcánicas y volcanoclásticas, al este por la sierra granítica Las Cruces, y al sur por el arroyo El Cajoncito.
SUELOS	C05	Tipos de Suelo	Los suelos contenidos en el área donde serán colocadas las instalaciones del Proyecto, son suelos profundos de tipo

Tabla V.3. Lista de Factores y Componentes Ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

FACTOR	CLAVE	COMPONENTE	COMENTARIOS
			Xerosol háplico en textura gruesa, además se caracterizan por ser pobres en materia orgánica y nutrientes como son los suelos típicos de zonas áridas.
	C06	Uso del Suelo	Las políticas particulares de uso de suelo establecidas son para Equipamiento y Áreas de donación.
	C07	Procesos Erosivos	La región se encuentra sometida a procesos de erosión en los que el principal agente es el agua. Existe gran estabilidad edafológica, dado que se encuentra en una zona de acumulación en la que los suelos están bien desarrollados. No existen áreas críticas con procesos de erosión
	C08	Calidad del suelo	No hay evidencias previas de contaminación en el suelo
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	C09	Dinámica de Cauces (Patrón de drenaje)	Existen algunos cauces intermitentes presentes dentro del SAR (régimen de lluvias en verano e invierno). Los principales son: El Cajoncito y La Huerta, de la subcuenca "e" (La Paz); y Agua de Vázquez y El Coyote, de la subcuenca "d" (Las Palmas. El arroyo El Coyote es el que tiene una influencia directa con el proyecto, drena un área tributaria de 86 km ² y se estima un volumen de escorrentía de alrededor de 3 500 000 m ³ /año.
HIDROLOGIA SUBTERRANEA	C10	Calidad del agua	En el acuífero predomina el agua dulce de buena y calidad, pertenece a la familia mixta-bicarbonatada, clorurada, aunque es notorio el incremento de salinidad debido a sobreexplotación.
	C11	Balance Hídrico	El acuífero está sobre concesionado y se encuentra en condiciones de sobreexplotación. se estima que existe una recarga media anual de 27,75 Mm ³ , y se extraen 28,35 Mm ³ , por lo que existe un desbalance de agua de -0,6 Mm ³ , esto sin considerar las pérdidas del acuífero por evapotranspiración (CNA 2002)
ZONA MARINA	C12	Condiciones Oceanográficas	La bahía de La Paz es un cuerpo de agua con profundidades de hasta 400 m en la mitad noroeste y disminuye al sur gradualmente hasta llegar a una parte somera con pendiente suave y playas extensas. Frente a Punta Prieta pasa el canal de navegación hacia la ensenada cuya profundidad es de 10 m y disminuye gradualmente hasta la línea de costa. El transporte litoral se presenta por acción del

Tabla V.3. Lista de Factores y Componentes Ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

FACTOR	CLAVE	COMPONENTE	COMENTARIOS
			oleaje y es de baja energía y no tiene efecto significativo en la modificación del perfil de costa. Frente a la CT Punta Prieta presenta un oleaje con altura promedio de ola de entre 0,01 y 0,06 m. La formación del agua de la bahía se debe a la mezcla local profunda y por la influencia del Agua Subsuperficial Subtropical que entra al Golfo de California y que es de menor salinidad que la del propio golfo. La salinidad presenta variaciones temporales y espaciales en la columna de agua, en un rango entre 35,25 a 35,50 ups con los máximos en verano y se distribuyen según la temperatura. Las temperaturas máximas y mínimas van de los 20° a los 30,47 ° C. La concentración de oxígeno disuelto en general es alta, cercano a la saturación, y se registran valores altos en primavera, descendiendo en verano.
	C13	Dinámica Costera	La zona costera se encuentra fragmentada y altamente modificada por asentamientos humanos y desarrollo de marinas y zona turística-habitacional de alto impacto.
	C14	Calidad de Agua Marina	Los resultados de calidad bacteriológica, en general no sobrepasan los criterios de calidad para uso recreativo de contacto primario.
VEGETACION	C15	Cobertura (Abundancia)	La vegetación dominante en el predio del Proyecto es una variante de matorral xerófilo. Presenta un elenco florístico de 138 especies, incluidas en 103 géneros pertenecientes a 46 familias. Un 27,53 % de estos taxa se consideran endémicos de Baja California Sur.
	C16	Fragmentación	La cobertura de la vegetación en el área se presenta en parches debido a actividades humanas (áreas abiertas para la agricultura y abandonadas, sobrepastoreo, bancos de material, brechas y caminos, basura, relleno sanitario, líneas y torres de transmisión eléctrica, centrales eléctricas, etc.) y tiende a disminuir.
	C17	Especies Protegidas y Endémicas	En el Área de Estudio se encuentran 8 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Existen poblaciones importantes de <i>Ferocactus peninsulae</i> var. <i>townsendianus</i> (biznaga de barril) y de <i>Mammillaria aff. capensis</i> (incluidas en la

Tabla V.3. Lista de Factores y Componentes Ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

FACTOR	CLAVE	COMPONENTE	COMENTARIOS
			NOM-059-SEMARNAT-2001). Existe un alto grado de endemismo.
FAUNA	C18	Abundancia	En el Área de estudio existe una alta diversidad de fauna (220 especies) y de endemismos, sin embargo, debido a las actividades antropogénicas, se han visto desplazadas y su ocurrencia en algunos casos es rara y escasa.
	C19	Fragmentación	Debido a que la cobertura de la vegetación en el Área de estudio se presenta en parches, la fauna asociada a la vegetación también.
	C20	Especies Protegidas y Endémicas	El número de especies de fauna consideradas dentro de alguna categoría de riesgo bajo la NOM-059-SEMARNAT-2001 es de un total de 33 y el de endémicas es de 108 especies y subespecies (avifauna 43, mastofauna 42, herpetofauna: 23).
BIOTA MARINA	C21	Vegetación Marina	En la zona costera de la ciudad de La Paz, la riqueza de especies de macroalgas se deriva de la de la influencia antropogénica. La calidad bacteriológica en la Bahía es buena.
	C22	Fauna Marina	La fauna marina presenta una gran diversidad, es una mezcla de origen tropical, templado y cosmopolita. Existen una gran cantidad de especies de importancia económica como: peces, almejas, jaibas, langosta, calamares. Asimismo, en el Área de estudio existe un potencial turístico relacionado con especies marinas: observación de ballenas y otros mamíferos marinos.
	C23	Productividad Primaria	La bahía de La Paz puede ser considerada como una zona con elevada productividad fitoplanctónica y sus poblaciones son muy diversas, fluctuando en relación con la temperatura del agua y el periodo de luz solar.
PAISAJE	C24	Calidad Visual	El Área de Estudio en general (SAR) posee una calidad escénica alta, mientras el predio del Proyecto, presenta una calidad escénica muy pobre por los rasgos de la presencia de actividades antropogénicas principalmente (centrales eléctricas en operación, visibilidad de la pluma de las mismas, relleno sanitario adyacente y gran cantidad de residuos sólidos que son depositados en las áreas circunvecinas). Su fragilidad radica en dos elementos

Tabla V.3. Lista de Factores y Componentes Ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

FACTOR	CLAVE	COMPONENTE	COMENTARIOS
			importantes, la vegetación y la calidad del aire
SOCIAL	C25	Calidad de Vida	El sistema La Paz tiene un índice de pobreza o marginación Muy Bajo, está considerada como una de las que ofrece mejor calidad de vida de México y en Baja California Sur. Índice de bienestar 7. El 90% de la población tiene acceso a servicios públicos (agua, drenaje, electricidad). Sin embargo las rancherías aledañas año proyecto existe una marginación muy alta.
	C26	Salud	Según la Secretaría de Salud en Baja California Sur se detecta que las principales enfermedades de los habitantes son: a) Infecciones respiratorias agudas, b) Hipertensión, c) Diabetes, d) Enfermedades relacionadas con el corazón, e) Infecciones Intestinales.
	C27	Empleo	Existe un nivel de desempleo muy bajo. El sector terciario, son servicios (principalmente turísticos), genera el 81,8% de empleos. El municipio de La Paz, así como la ciudad de La Paz, pertenecen al área geográfica "A" de los Salarios Mínimos Generales (SM) en México.
ECONÓMICO	C28	Programas de Desarrollo	El plan de desarrollo considera la generación de energía eléctrica como una alta prioridad para impulsar el desarrollo de la región.
	C29	Actividades Productivas	La ciudad de La Paz pertenece a la clasificación de Localidades de Tamaño Intermedio. Las actividades principales son el comercio y servicios turísticos.
	C30	Infraestructura y Servicios	Existen en la zona instalaciones para la generación y suministro de energía eléctrica con la CT Punta Prieta (3 Unidades), la CCI Baja California Sur (3 Unidades), y próximamente la 235 CCI Baja California Sur IV. Instalaciones de PEMEX, Estación de Ferry en Pichilingue, e instalaciones de CEMEX.

V.1.2.3 Identificación de las interacciones entre actividades y componentes ambientales (impactos)

Para la identificación de los impactos ambientales se generó una matriz conformada, por una parte, por la lista de los componentes ambientales identificados (C=filas), y por otro lado por la lista de las actividades del Proyecto (A=columnas). Fue a partir de esta matriz de la cual se analizaron todas las interacciones posibles entre cada uno de los componentes ambientales con cada una de las actividades del Proyecto.

Teóricamente se tendrían un total de 896 posibles interacciones. Sin embargo, no todos los parámetros interactúan con todas las actividades.

En la **Figura V.2** (Matriz de interacciones) se muestra el resultado de este análisis, identificándose un total de 102 interacciones, de las cuales 48 se presentan en la etapa de preparación del sitio y construcción (PC), 35 durante la etapa de operación y mantenimiento (OM) y 19 para la etapa de abandono y restauración (AR).

Se asignaron calificaciones según su naturaleza (N); positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos.

Un impacto ambiental se define como una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (LGEEPA).

Para facilitar el manejo de los impactos, se dividieron y numeraron según las diferentes etapas del proyecto PC-00 para las interacciones que se presentarán durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción; OM-00 para las de la etapa de Operación y Mantenimiento; y AR-00 para las de la etapa de Abandono y Restauración (**Figura V.3**).

V.2 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

Un **impacto ambiental significativo o relevante** se define como aquel que resulta de la acción del hombre o de 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 de los procesos naturales (Reglamento de la LGEEPA).

Las interacciones entre actividades del proyecto y componentes ambientales, fueron evaluadas con base en la experiencia, la opinión de expertos y a partir de una valoración cualitativa, que consiste en obtener una estimación de los posibles efectos que recibirá el ambiente, mediante una descripción lingüística de las propiedades de tales efectos.

286 CCI Baja California Sur V																																								
SUBSISTEMA				ETAPAS		PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN												OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO										ABANDONO												
	MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	CLAVE COMPONENTE	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	RESCATE DE FLORA Y FAUNA	DESMONTE Y DESPALME	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN	CORTES, RELLENOS	DISPOSICIÓN DE MATERIAL (SIN USO)	MANEJO DE RESIDUOS	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO E INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEFINITIVA	MONTAJE ELECTROMECHANICO	PUSTA EN SERVICIO	CONTRATACION DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA	OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OPERACIÓN DE LA CENTRAL	DESCARGA DE SALMUERA	MANEJO DE RESIDUOS	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE AMONIACO	GENERACIÓN DE ENERGIA ELECTRICA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO MAYOR	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	DESAMANTEAMIENTO DE EQUIPO Y DESARMADO DE ESTRUCTURAS	DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS	LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO	MANEJO DE RESIDUOS	RESTITUCIÓN DE SUELOS			
			CLAVE ACTIVIDAD		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33			
NATURAL	ABIOTICO	ATMOSFERA	Calidad del aire	C01		-1		-1		-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1	-1			-1	-1	1	-1		-1	-1		-1	-1									
			Confort Acústico	C02		-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1		-1	-1	-1							-1	-1		-1	-1								
		GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA	Recursos Pétreos	C03								-1																			-1	-1								
			Relieve	C04								-1	-1																											
		SUELOS	Tipos de Suelo	C05																																				
			Uso del Suelo	C06					-1																															
			Procesos Erosivos	C07		-1			-1		-1	-1							-1												-1								1	
			Calidad del suelo	C08					-1		-1	-1		1										1												1	1			
		HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Dinámica de cauces (patrón de distribución)	C09																																				
			Calidad del Agua	C10																																				
		HIDROLOGÍA SUBTERRANEA	Balance Hídrico	C11																																				
			Condiciones Oceanográficas	C12																																				
		ZONA MARINA	Dinámica Costera	C13																																				
			Calidad de Agua Marina	C14																			-1																	
NATURAL	BIOTICO	VEGETACIÓN	Cobertura	C15				-1																														1		
			Fragmentación	C16				-1		-1																														
			Especies protegidas y endémicas	C17			1	-1											-1																					
		FAUNA	Abundancia de fauna	C18				-1	-1	-1				-1																										
			Fragmentación	C19				-1																																
			Especies protegidas y endémicas	C20			1	-1											-1																					
		BIOTA MARINA	Vegetación Marina	C21																																				
			Fauna Marina	C22																																				
			Productividad Primaria	C23																		-1	-1																	
		PAISAJE	Calidad visual	C24				-1	-1	-1				-1					-1	-1													-1	-1	1			1		
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	POBLACION	Calidad de vida	C25	1											1		-1								1			1											
			Salud	C26																-1																				
			Empleo	C27	1													1												1										
	ECONOMICO	ACTIVIDADES Y RELACIONES ECONÓMICAS	Programas de Desarrollo	C27																						1														
			Actividades productivas	C29	1													1									1			1										
Infraestructura y servicios			C30																							1														

Figura V.2. Matriz de interacciones.

286 CCI Baja California Sur V																																							
SUBSISTEMA			ETAPAS		PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN												OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												ABANDONO										
	MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	CLAVE COMPONENTE	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	RESCATE DE FLORA Y FAUNA	DESMONTE Y DESPALME	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN	CORTES, RELLENOS	DISPOSICIÓN DE MATERIAL (SIN USO)	MANEJO DE RESIDUOS	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO E INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEFINITIVA	MONTAJE ELECTROMECHANICO	PUESTA EN SERVICIO	CONTRATACION DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA	OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OPERACIÓN DE LA CENTRAL	DESCARGA DE SALMUERA	MANEJO DE RESIDUOS	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE AMONIACO	GENERACIÓN DE ENERGIA ELECTRICA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO MAYOR	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	DESAMANTELAMIENTO DE EQUIPO Y DESARMAADO DE ESTRUCTURAS	DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS	LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO	MANEJO DE RESIDUOS	RESTITUCIÓN DE SUELOS		
			CLAVE ACTIVIDAD		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33		
NATURAL	ABIOTICO	ATMOSFERA	Calidad del aire	C01		PC-04		PC-09		PC-24	PC-31	PC-37	PC-40	PC-42		PC-47		OM-04	OM-07	OM-14			OM-22	OM-24	OM-25	OM-26		OM-32	OM-34		AR-04		AR-08	AR-11					
			Confort Acústico	C02		PC-05		PC-10	PC-21	PC-25	PC-32	PC-38		PC-43	PC-46	PC-48		OM-05	OM-08	OM-15								OM-33	OM-35		AR-05	AR-07	AR-09	AR-12					
		GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA	Recursos Pétreos	C03								PC-33																											
			Relieve	C04								PC-34	PC-39																										
		SUELOS	Tipos de Suelo	C05																																			
			Uso del Suelo	C06					PC-11																														
			Procesos Erosivos	C07		PC-06			PC-12			PC-26	PC-35						OM-06													AR-06							AR-17
			Calidad del suelo	C08					PC-13			PC-27	PC-36			PC-41								OM-23												AR-14	AR-16		
		HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Dinámica de cauces (patrón de distribución)	C09																																			
			HIDROLOGÍA SUBTERRANEA	Calidad del Agua	C10																																		
		Balance Hídrico		C11																																			
		ZONA MARINA	Condiciones Oceanográficas	C12																																			
			Dinámica Costera	C13																																			
			Calidad de Agua Marina	C14																			OM-20																
BIOTICO	VEGETACIÓN	Cobertura	C15					PC-14																														AR-18	
		Fragmentación	C16					PC-15			PC-28																												
		Especies protegidas y endémicas	C17				PC-07	PC-16										OM-09																					
	FAUNA	Abundancia de fauna	C18					PC-17	PC-22	PC-29				PC-44																									
		Fragmentación	C19					PC-18																															
		Especies protegidas y endémicas	C20				PC-08	PC-19										OM-10																					
	BIOTA MARINA	Vegetación Marina	C21																																				
		Fauna Marina	C22																																				
		Productividad Primaria	C23																		OM-19	OM-21																	
PAISAJE	Calidad visual	C24					PC-20	PC-23	PC-30				PC-45				OM-11	OM-16														AR-10	AR-13	AR-15		AR-19			
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	POBLACION	Calidad de vida	C25	PC-01												OM-01		OM-12							OM-28			AR-01										
			Salud	C26																OM-13						OM-27													
			Empleo	C27	PC-02														OM-02												AR-02								
	ECONOMICO	ACTIVIDADES Y RELACIONES ECONÓMICAS	Programas de Desarrollo	C27																						OM-29													
			Actividades productivas	C29	PC-03														OM-03			OM-17					OM-30		AR-03										
			Infraestructura y servicios	C30																	OM-18						OM-31												

PC-00= Impacto durante la Etapa de Preparación del Sitio y Construcción
OM-00= Impacto durante la Etapa de Operación y Mantenimiento.
AR-00= Impacto durante la Etapa de Abandono y Restauración.

Figura V.3. Matriz de impactos.

Se evaluaron cada uno de los impactos identificados aplicando la metodología recomendada por Bojórquez (1998), donde el cálculo de la importancia de una interacción en la matriz, se basa en seis criterios o indicadores medidos en una escala ordinal. Los criterios de evaluación están clasificados en dos categorías o índices: Básicos y Complementarios.

Criterios

En la **Tabla V.4** se definen los criterios básicos y complementarios utilizados en la valoración de impactos y en la **Tabla V.5** se muestran las clases asignadas a la significancia del impacto.

Tabla V.4. Criterios para la valoración de impactos.

	Criterios	Clave	Descripción
BÁSICOS	Magnitud	M	Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto. Se utilizan criterios de evaluación fundamentados en los datos teóricos y de campo, existencia de normas.
	Extensión	E	Es el tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. Cuando el efecto abarca toda el Área de Estudio, se le asigna la máxima calificación.
	Duración	D	Tiempo en que el componente ambiental muestra los efectos de la actividad.
COMPLEMENTARIOS	Sinergia	S	Actividad que, cuando está presente otra, se incrementan sus efectos sobre el ambiente más allá de la suma de cada una de ellas.
	Acumulación	A	Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
	Controversia	C	Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal medida que lo "magnifique" con respecto a su valor real

Calificación.

Para calificar los criterios en un rango más amplio que sólo el de "leve, moderado, alto y muy alto", (que usualmente se maneja en este tipo de estudios), con esta metodología los criterios se califican, a juicio del experto, dándoles valores dentro de una escala ordinal de 0 a 9 (**Tabla V.5**).

Tabla V.5. Escala de valoración.

Valor	Calificación
0	Nulo
1	Entre nulo y muy bajo
2	Muy bajo
3	Bajo
4	Entre bajo y moderado
5	Moderado
6	Entre moderado y Alto
7	Alto
8	Muy alto
9	Extremadamente alto

Con los valores obtenidos se calculan los siguientes índices; El Básico (MED_{ij}), el Complementario (SAC_{ij}) y, con ellos, el Índice Cuantitativo de Impacto (I), mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{MED}_{ij} &= (\text{M}_{ij} + \text{E}_{ij} + \text{D}_{ij})/27 \\ \text{SAC}_{ij} &= (\text{S}_{ij} + \text{A}_{ij} + \text{C}_{ij})/27 \\ I &= \text{MED}_{ij}^{\phi} \text{ donde } \phi = 1 - \text{SAC}_{ij} \end{aligned}$$

Significancia

Adicionalmente, la significancia del impacto (G_{ij}) se obtiene, tomando en consideración la medida de mitigación (T_{ij}), de la siguiente ecuación:

$$G_{ij} = I * [1 - (T_{ij}/9)]$$

La medida de mitigación (T) se obtiene de la misma forma que la calificación de los criterios básicos y complementarios; a juicio del experto en una escala del 0 al 9.

Como los criterios básicos no pueden ser nulos entonces:

$$(3/27) \leq G_{ij} \leq 1$$

Para llevar a cabo una discriminación de los impactos no significativos de entre el total de los impactos identificados se aplicó el siguiente criterio, tomando en consideración el valor de G_{ij}:

- Si: 0.0 < G_{ij} < 0.25; el impacto se considero como irrelevante o compatible (Bajo)
- Si: 0.26 < G_{ij} < 0.49; el impacto se considero como moderado (Medio)
- Si: 0.50 < G_{ij} < 0.74; el impacto se considero como severo (Alto)
- Si: 0.75 < G_{ij} < 1.0; el impacto se considero como critico (Muy Alto)

A partir de este criterio que se consideraron como **impactos significativos** a todos aquellos impactos moderados, severos y críticos, es decir, cuyo valor absoluto de importancia es mayor o igual a 0.26.

Los impactos no significativos fueron considerados como aquellos irrelevantes o compatibles para el medio, es decir, cuyo valor absoluto de importancia es igual o menor a 0.25.

Estos impactos pueden ser tanto perjudiciales, o de naturaleza negativa (-), como beneficiosos, o de naturaleza positiva (+).

Ejemplo de aplicación de esta técnica:

Actividad j	Componente Amb. i	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	MEDij	SACij	Tij	Iij	Gij
Desmante	vegetación	2	2	1	3	3	7	0.19	0.48	6	0.42	0.14

Mij Magnitud, Eij Extensión, Dij Duración, Sij Sinergia, Aij Acumulación, Cij Controversia, MEDij Índice básico, SACij Índice complementario Tij Medida de mitigación, Iij Impacto Gij Significancia (ver Tabla V.2; criterios básicos y complementarios para la calificación).

En este ejemplo el impacto tiene una significancia irrelevante.

V. 2.1 Evaluación y selección de los impactos significativos

En la **Tablas V.6, V.7 y V.8** se muestran los resultados de la valoración de la importancia y la significancia de los impactos ambientales identificados para las distintas etapas del Proyecto.

En la **Figura V.4** se presentan los impactos ambientales así como su correspondiente valoración.

Tabla V.6. Valoración de la significancia de los impactos ambientales. Etapa de construcción.

Tabla No. 1 Valoración de la Significancia de los Impactos Ambientales. Etapa de Construcción.																		
ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN			CLAVE DE IMPACTO	NATURALEZA	MAGNITUD	EXTENSION	DURACIÓN	SINERGIA	ACUMULACIÓN	CONTROVERSIAS	Índice básico	Índice complement	φ=1-SAC	IMPACTO	Medida de mitigación	SIGNIFICANCIA	CLAVE DE IMPACTO	
ACTIVIDAD			Componente Ambiental	PC	+o-	M _i	E _i	D _i	S _i	A _i	C _i	MED _i	SAC _i	φ	I _i	T _i	G _i	PC
A01	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	C25	Calidad de Vida	PC-01	1	2.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.30	0.00	0.30	PC-01
		C27	Empleo	PC-02	1	2.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.30	0.00	0.30	PC-02
		C30	Actividades Productivas	PC-03	1	2.00	5.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	1.00	0.37	0.00	0.37	PC-03
A02	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAS	C01	Calidad del aire	PC-04	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-04
		C02	Confort Acústico	PC-05	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-05
		C07	Procesos Erosivos	PC-06	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-06
A03	RESCATE DE FLORA Y FAUNA	C17	Especies de flora protegidas y endémicas	PC-07	1	3.00	3.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	PC-07
		C18	Especies de fauna protegidas y endémicas	PC-08	1	3.00	3.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	PC-08
		C01	Calidad del aire	PC-09	-1	3.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.30	0.00	-0.30	PC-09
A04	DESMONTE Y DESPALME	C02	Confort Acústico	PC-10	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	PC-10
		C06	Uso del Suelo	PC-11	-1	2.00	2.00	8.00	0.00	2.00	0.00	0.44	0.07	0.93	0.47	0.00	-0.47	PC-11
		C07	Procesos Erosivos	PC-12	-1	3.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.30	0.00	-0.30	PC-12
		C08	Calidad del suelo	PC-13	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	PC-13
		C15	Cobertura de vegetación	PC-14	-1	5.00	5.00	8.00	0.00	3.00	0.00	0.67	0.11	0.89	0.70	0.00	-0.70	PC-14
		C16	Fragmentación	PC-15	-1	5.00	5.00	8.00	0.00	3.00	0.00	0.67	0.11	0.89	0.70	0.00	-0.70	PC-15
		C17	Especies de flora protegidas y endémicas	PC-16	-1	5.00	5.00	9.00	0.00	3.00	0.00	0.70	0.11	0.89	0.73	3.00	-0.49	PC-16
		C18	Abundancia de fauna	PC-17	-1	3.00	5.00	5.00	0.00	3.00	0.00	0.48	0.11	0.89	0.52	0.00	-0.52	PC-17
		C19	Fragmentación	PC-18	-1	3.00	3.00	8.00	0.00	3.00	0.00	0.52	0.11	0.89	0.56	0.00	-0.56	PC-18
		C20	Especies de fauna protegidas y endémicas	PC-19	-1	3.00	4.00	7.00	0.00	3.00	0.00	0.52	0.11	0.89	0.56	3.00	-0.37	PC-19
		C24	Calidad visual	PC-20	-1	3.00	2.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	1.00	0.37	0.00	-0.37	PC-20
A05	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	C02	Confort Acústico	PC-21	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-21
		C18	Abundancia de fauna	PC-22	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-22
		C24	Calidad visual	PC-23	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-23
A06	EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN	C01	Calidad del aire	PC-24	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-24
		C02	Confort Acústico	PC-25	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-25
		C07	Procesos Erosivos	PC-26	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-26
		C08	Calidad del suelo	PC-27	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-27
		C16	Fragmentación	PC-28	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-28
		C18	Abundancia de fauna	PC-29	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-29
A07	CORTES, RELLENOS,	C24	Calidad visual	PC-30	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-30
		C01	Calidad del aire	PC-31	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-31
		C02	Confort Acústico	PC-32	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-32
		C03	Recursos Pétreos	PC-33	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-33
		C04	Relieve	PC-34	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-34
		C07	Procesos Erosivos	PC-35	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-35
A08	DISPOSICIÓN DE MATERIAL (SIN USO)	C08	Calidad del suelo	PC-36	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-36
		C01	Calidad del aire	PC-37	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-37
		C02	Confort Acústico	PC-38	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-38
A09	MANEJO DE RESIDUOS	C04	Relieve	PC-39	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-39
		C01	Calidad del aire	PC-40	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-40
		C08	Calidad del suelo	PC-41	1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	0.22	PC-41
A10	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO E INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEFINITIVA	C01	Calidad del aire	PC-42	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-42
		C02	Confort Acústico	PC-43	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-43
		C19	Abundancia de fauna	PC-44	-1	2.00	2.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	1.00	0.37	0.00	-0.37	PC-44
A11	MONTAJE ELECTROMECANICO	C23	Calidad visual	PC-45	-1	2.00	2.00	9.00	0.00	5.00	0.00	0.48	0.19	0.81	0.55	0.00	-0.55	PC-45
		C02	Confort Acústico	PC-46	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	PC-46
A12	PUERTA EN SERVICIO	C01	Calidad del aire	PC-47	-1	6.00	2.00	2.00	0.00	5.00	0.00	0.37	0.19	0.81	0.45	0.00	-0.45	PC-47
		C02	Confort Acústico	PC-48	-1	4.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.30	0.00	-0.30	PC-48
												RANGO DE SIGNIFICANCIA						
												Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto			
												0-0.25	0.26-0.49	0.50-0.75	0.76-1			
21 impactos significativos (0 crítico o muy altos, 6 altos y 15 moderados) y 27 impactos no significativos, tanto benéficos como perjudiciales.																		

Tabla V.7. Valoración de la significancia de los impactos ambientales. Etapa de operación y mantenimiento.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				NATURALEZA	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SINERGIA	ACUMULACIÓN	CONTROVERSIAS	Índice básico	Índice complement	φ=1-SAC	IMPACTO	Medida de mitigación	SIGNIFICANCIA	CLAVE DE IMPACTO
ACTIVIDADES		Componente Ambiental	OM	+ o -	M _i	E _i	D _i	S _i	A _i	C _i	MED _i	SAC _i	φ	I _i	T _i	G _i	OM
A13	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	C25 Calidad de Vida	OM-01	1	2.00	3.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	OM-01
		C27 Empleo	OM-02	1	2.00	3.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	OM-02
		C29 Actividades Productivas	OM-03	1	2.00	3.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	OM-03
A14	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	C01 Calidad del aire	OM-04	-1	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	0.00	0.26	0.22	0.78	0.35	0.00	-0.35	OM-04
		C02 Confort Acústico	OM-05	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	OM-05
		C07 Procesos Erosivos	OM-06	-1	2.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	1.00	0.26	0.00	-0.26	OM-06
A15	OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA	C01 Calidad del aire	OM-07	-1	6.00	6.00	9.00	3.00	5.00	0.00	0.78	0.30	0.70	0.84	2.00	-0.65	OM-07
		C02 Confort Acústico	OM-08	-1	3.00	3.00	9.00	0.00	3.00	0.00	0.56	0.11	0.89	0.59	0.00	-0.59	OM-08
		C17 Especies de flora protegidas y endémicas	OM-09	-1	3.00	4.00	9.00	0.00	3.00	0.00	0.59	0.11	0.89	0.63	0.00	-0.63	OM-09
		C18 Especies de fauna protegidas y endémicas	OM-10	-1	3.00	4.00	9.00	0.00	3.00	0.00	0.59	0.11	0.89	0.63	0.00	-0.63	OM-10
		C24 Calidad visual	OM-11	-1	3.00	3.00	9.00	0.00	3.00	0.00	0.56	0.11	0.89	0.59	0.00	-0.59	OM-11
		C25 Calidad de Vida	OM-12	-1	3.00	3.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	1.00	0.56	0.00	-0.56	OM-12
		C26 Salud	OM-13	-1	3.00	3.00	9.00	3.00	5.00	0.00	0.56	0.30	0.70	0.66	0.00	-0.66	OM-13
A16	OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES	C01 Calidad del aire	OM-14	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	5.00	0.00	0.33	0.19	0.81	0.41	0.00	-0.41	OM-14
		C02 Confort Acústico	OM-15	-1	2.00	2.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	OM-15
		C24 Calidad visual	OM-16	-1	2.00	2.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	1.00	0.44	0.00	-0.44	OM-16
		C29 Actividades Productivas	OM-17	1	2.00	3.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	1.00	0.52	0.00	0.52	OM-17
		C30 Infraestructura y servicios	OM-18	1	2.00	2.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	OM-18
A17	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OPERACIÓN DE LA CENTRAL	C23 Productividad Primaria	OM-19	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.22	0.07	0.93	0.25	0.00	-0.25	OM-19
A18	DESCARGA DE SALMUERA	C14 Calidad de Agua Marina	OM-20	-1	2.00	2.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	1.00	0.37	3.00	-0.25	OM-20
		C23 Productividad Primaria	OM-21	-1	2.00	2.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	1.00	0.37	3.00	-0.25	OM-21
A19	MANEJO DE RESIDUOS	C01 Calidad del aire	OM-22	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	OM-22
		C08 Calidad del suelo	OM-23	1	2.00	2.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	OM-23
A20	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE	C01 Calidad del aire	OM-24	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.22	0.07	0.93	0.25	0.00	-0.25	OM-24
A21	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMOSFERA	C01 Calidad del aire	OM-25	1	2.00	5.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.00	0.48	0.00	0.48	OM-25
A22	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE AMONIACO	C01 Calidad del aire	OM-26	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	OM-26
		C26 Salud	OM-27	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	OM-27
A23	GENERACIÓN DE ENERGIA ELECTRICA	C25 Calidad del vida	OM-28	1	6.00	6.00	9.00	0.00	5.00	0.00	0.78	0.19	0.81	0.81	0.00	0.81	OM-28
		C28 Programas de Desarrollo	OM-29	1	6.00	6.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	1.00	0.78	0.00	0.78	OM-29
		C29 Actividades Productivas	OM-30	1	3.00	4.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	1.00	0.59	0.00	0.59	OM-30
		C30 Infraestructura y servicios	OM-31	1	3.00	4.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	1.00	0.59	0.00	0.59	OM-31
A24	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	C01 Calidad del aire	OM-32	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	OM-32
		C02 Confort Acústico	OM-33	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	OM-33
A25	MANTENIMIENTO MAYOR	C01 Calidad del aire	OM-34	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	OM-34
		C02 Confort Acústico	OM-35	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	OM-35
												RANGO DE SIGNIFICANCIA					
												Bajo	Moderado	Alto	Muy alto		
												0.0-25	0.26-0.49	0.50-0.75	0.76-1		
27 impactos significativos (2 críticos, 10 severos y 15 moderados) y 9 impactos no significativos, tanto benéficos como perjudiciales.																	

Tabla V.8. Valoración de la significancia de los impactos ambientales. Etapa de abandono y restauración.

ETAPA DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN					NATURALEZA	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SINERGIA	ACUMULACIÓN	CONTROVERSIA	Índice básico	Índice complement	φ=1-SAC	IMPACTO	Medida de mitigación	SIGNIFICANCIA	CLAVE DE IMPACTO
ACTIVIDAD		Componente Ambiental	AR	+ o -	M _{ij}	E _{ij}	D _{ij}	S _{ij}	A _{ij}	C _{ij}	MED _{ij}	SAC _{ij}	φ	I _{ij}	T _{ij}	G _{ij}	AR	
A26	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	C25 Calidad de Vida	AR-01	1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	0.22	AR-01	
		C27 Empleo	AR-02	1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	0.22	AR-02	
		C29 Actividades Productivas	AR-03	1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	0.22	AR-03	
A27	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	C01 Calidad del aire	AR-04	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	AR-04	
		C02 Confort Acústico	AR-05	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	AR-05	
		C07 Procesos Erosivos	AR-06	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	AR-06	
A28	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	C02 Confort Acústico	AR-07	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	AR-07	
A29	DESMANTELAMIENTO DE EQUIPO Y DESARMADO DE ESTRUCTURAS	C01 Calidad del aire	AR-08	-1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	-0.22	AR-08	
		C02 Confort Acústico	AR-09	-1	3.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.30	0.00	-0.30	AR-09	
		C24 Calidad visual	AR-10	-1	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	AR-10	
A30	DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS	C01 Calidad del aire	AR-11	-1	4.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.30	0.00	-0.30	AR-11	
		C02 Confort Acústico	AR-12	-1	5.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	AR-12	
		C24 Calidad visual	AR-13	-1	5.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00	0.33	0.00	-0.33	AR-13	
A31	LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO	C08 Calidad del suelo	AR-14	1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	0.22	AR-14	
		C24 Calidad visual	AR-15	1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	0.22	AR-15	
A32	MANEJO DE RESIDUOS	C08 Calidad del suelo	AR-16	1	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	1.00	0.22	0.00	0.22	AR-16	
A33	RESTITUCIÓN DE SUELOS	C07 Procesos Erosivos	AR-17	1	2.00	2.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	1.00	0.44	0.00	0.44	AR-17	
		C15 Cobertura	AR-18	1	3.00	3.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	1.00	0.52	0.00	0.52	AR-18	
		C26 Salud	AR-19	1	3.00	3.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	1.00	0.52	0.00	0.52	AR-19	
8 impactos significativos (0 críticos, 2 altos y 6 moderados) y 11 impactos no significativos, tanto benéficos como perjudiciales.																		
														RANGO DE SIGNIFICANCIA				
														Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	
														0-0.25	0.26-0.49	0.50-0.75	0.76 -1	

286 CCI Baja California Sur V																																								
SUBSISTEMA	ETAPAS				PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN												OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												ABANDONO											
	MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	CLAVE COMPONENTE	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	RESCATE DE FLORA Y FAUNA	DESMONTE Y DESPALME	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN	CORTES, RELLENOS	DISPOSICIÓN DE MATERIAL (SIN USO)	MANEJO DE RESIDUOS	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO E INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEFINITIVA	MONTAJE ELECTROMECANICO	PUESTA EN SERVICIO	CONTRATACION DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEIA	OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OPERACIÓN DE LA CENTRAL	DESCARGA DE SALMUERA	MANEJO DE RESIDUOS	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	TRANSPORTE Y /ALMACENAMIENTO DE AMONIACO	GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO MAYOR	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES	DESAMTELAMIENTO DE EQUIPO Y DESARMADO DE ESTRUCTURAS	DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS	LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO	MANEJO DE RESIDUOS	RESTITUCIÓN DE SUELOS			
				A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33				
NATURAL	ABIOTICO	ATMOSFERA	Calidad del aire	C01		PC-04 -0.22		PC-09 -0.30		PC-24 -0.22	PC-31 -0.22	PC-37 -0.22	PC-40 -0.22	PC-42 -0.22		PC-47 -0.45		OM-04 -0.26	OM-07 -0.65	OM-14 -0.41				OM-22 -0.22	OM-24 -0.25	OM-25 0.48	OM-26 -0.22		OM-32 -0.33	OM-34 -0.33	AR-04 -0.22		AR-08 -0.22	AR-11 -0.30						
			Confort Acústico	C02		PC-05 -0.22		PC-10 -0.33	PC-21 -0.22	PC-25 -0.22	PC-32 -0.22	PC-38 -0.22		PC-43 -0.22	PC-46 -0.22	PC-48 -0.30		OM-05 -0.22	OM-08 -0.56	OM-15 -0.33									OM-33 -0.33	OM-35 -0.33	AR-05 -0.22	AR-07 -0.22	AR-09 -0.30	AR-12 -0.33						
		GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA	Recursos Pétreos	C03							PC-33 -0.22																													
			Relieve	C04								PC-34 -0.22	PC-39 -0.22																											
		SUELOS	Tipos de Suelo	C05																																				
			Uso del Suelo	C06					PC-11 -0.47																															
			Procesos Erosivos	C07		PC-06 -0.22		PC-12 -0.30		PC-26 -0.22	PC-35 -0.22								OM-06 -0.26													AR-06 -0.22								AR-17 0.44
			Calidad del suelo	C08				PC-13 -0.33		PC-27 -0.22	PC-36 -0.22			PC-41 0.22											OM-23 0.48											AR-14 0.22	AR-16 0.22			
	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Dinámica de cauces (patrón de distribución)	C09																																					
	HIDROLOGÍA SUBTERRANEA	Calidad del Agua	C10																																					
			Balance Hídrico	C11																																				
	ZONA MARINA	Condiciones Oceanográficas	C12																																					
			Dinámica Costera	C13																																				
			Calidad de Agua Marina	C14																			OM-20 -0.22																	
BIOTICO	VEGETACIÓN	Cobertura	C15				PC-14 -0.70																														AR-18 0.52			
		Fragmentación	C16				PC-15 -0.70		PC-28 -0.22																															
		Especies protegidas y endémicas	C17			PC-07 0.48	PC-16 -0.49											OM-09 -0.59																						
	FAUNA	Abundancia de fauna	C18				PC-17 -0.52	PC-22 -0.22	PC-29 -0.22				PC-44 -0.37																											
		Fragmentación	C19				PC-18 -0.56																																	
		Especies protegidas y endémicas	C20			PC-08 0.48	PC-19 -0.37											OM-10 -0.59																						
	BIOTA MARINA	Vegetación Marina	C21																																					
		Fauna Marina	C22																																					
		Productividad Primaria	C23																		OM-19 -0.25	OM-21 -0.25																		
	PAISAJE	Calidad visual	C24				PC-20 -0.37	PC-23 -0.22	PC-30 -0.22				PC-45 -0.55					OM-11 -0.56	OM-16 -0.44														AR-10 -0.33	AR-13 -0.39	AR-15 0.22		AR-19 0.52			
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	POBLACION	Calidad de vida	C25	PC-01 0.30											OM-01 0.48		OM-12 -0.56									OM-28 0.81			AR-01 0.22										
			Salud	C26																OM-13 -0.56						OM-27 -0.22														
			Empleo	C27	PC-02 0.30														OM-02 0.48											AR-02 0.22										
	ECONOMICO	ACTIVIDADES Y RELACIONES ECONÓMICAS	Programas de Desarrollo	C28																						OM-29 0.78														
			Actividades productivas	C29	PC-03 0.37														OM-03 0.48		OM-17 0.52							OM-30 0.59		AR-03 0.22										
			Infraestructura y servicios	C30																	OM-18 0.48							OM-31 0.59												

Figura V.4. Matriz de Impactos Valorizados.

Como resultado de la caracterización de los impactos en función de su importancia, se obtuvieron 56 impactos significativos (2 Muy altos, 18 Altos y 36 moderados) así como 46 impactos no significativos, tanto benéficos como perjudiciales.

Estos impactos se verifican sobre 22 componentes ambientales pertenecientes a 10 factores (atmósfera, geología y geomorfología, suelo, zona marina, vegetación, fauna, biota marina, paisaje, población y actividades económicas) como resultado de su interacción con 33 actividades del Proyecto.

Perjudiciales o Negativos (37).

De acuerdo con la **Figura V.4** (Matriz de impactos valorizados) y a la **Tabla V.9**, los **impactos significativos perjudiciales** que se presentarán (de acuerdo a la severidad de mayor a menor) son los siguientes:

Etapas de Preparación del Sitio y Construcción (PC)

Los impactos con las siglas PC, se presentarán durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. La A significa Actividad y la C Componente.

Los impactos negativos con una significancia **alta**, PC-14, PC-15, PC-16, PC-17 y PC-18 serán debido a las actividades de Desmonte y despalle (A04) y estarán dados sobre los componentes ambientales; Cobertura de vegetación (C15), Fragmentación de la vegetación (C16), Abundancia de Fauna (C18) y fragmentación de hábitats (C19)..

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción (PC), el impacto más significativo, estará dado por el desmonte de la vegetación (A04). Esta actividad tiene las siguientes consecuencias o impactos: la disminución de la cobertura de vegetación, la pérdida de individuos de especies de flora y fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y endémicas; el aumento de la fragmentación de los hábitats y de parches; la disminución de la abundancia de fauna que tiene su hábitat en esta vegetación. Todos estos impactos son acumulativos con los de desmontes anteriores, efectuados para la construcción de las centrales eléctricas de la zona, acueducto, combustoleoducto y carretera (libramiento). También son sinérgicos (Vgr, disminución de vegetación-afectación polinizadores- baja polinización- alteración de asociaciones vegetales)(Brossi, *et al*, 2008;Ricketts, *et al*, 2008) de ahí su significancia.

El impacto PC-45 (también de significancia alta) ocurrirá por que las actividades de construcción de caminos, estructuras de concreto y la instalación de la infraestructura

definitiva (A10), alterarán la calidad visual (C24) por la introducción y la acumulación de infraestructura industrial, modificando los componentes físicos y biológicos del paisaje. También implica la pérdida parcial del paisaje.

Los impactos negativos de significancia **moderada** (PC-09, PC-10, PC-11, PC-12, PC-13, PC-19, PC-20, PC-44, PC-47, PC-48), se presentarán sobre los factores ambientales Atmósfera, Suelos, Fauna y Paisaje (componentes C01, C02, C06, C07, C08, C17, C19, C20, C24), debido a las actividades de Transporte de insumos, equipos, materiales y personal (A02, A14 y A27), Construcción de caminos, estructuras de concreto e instalación de infraestructura definitiva (A10) y Puesta en servicio (A12).

El transporte en general provocará cambios temporales en la calidad del aire por la generación de humos, gases y partículas suspendidas, así como incrementará los procesos erosivos. Los edificios e instalaciones definitivas tienen un efecto de barrera para las especies de fauna de los alrededores. La puesta en servicio implica una fuerte emisión de contaminantes y de ruido los cuales se sumarán a las emisiones de la zona, pero son temporales de corto plazo

Etapas de Operación Y Mantenimiento (OM)

Los impactos con las siglas OM, se presentarán durante la etapa de Operación y Mantenimiento.

Durante la operación de la central, los impactos más significativos (Altos) (OM-07, OM-08, OM-09, OM-10, OM-11, OM-12, OM-13), ocurrirán sobre los factores ambientales; Atmósfera, Suelos, Vegetación, Fauna, Paisaje y Población, debido a la operación del motor de combustión interna (generador) y chimenea (A15). Estos serán el cambio en la calidad del aire dada por la emisión de contaminantes, los cuales se sumarán y combinarán con las emisiones de las centrales actualmente en operación. Esto, a su vez, tiene un efecto indirecto sobre las especies de flora y fauna protegidas y endémicas, en la calidad de vida y en la salud de los pobladores de la región. También se identifica un cambio en la calidad visual de la zona con el aumento de plumas de emisión.

Los impactos moderados (OM-14, OM-15, OM-16, OM-32, OM-33, OM-34, OM-35) , Estrán dados por la Operación de instalaciones eléctricas y sistemas auxiliares (A16), Mantenimiento preventivo (A24), Mantenimiento mayor (A25). El mantenimiento, tanto preventivo como mayor también tiene cambios en la dinámica de las emisiones y en el confort sonoro. Sin embargo esto reditúa en el funcionamiento óptimo de la central y por consiguiente en una mayor eficiencia.

Otros impactos moderados, que se detectan son OM-26 y OM-27 debido al el riesgo de fugas y/o accidentes en el transporte y/o almacenamiento de amoniaco, aunque son poco probables y totalmente, prevenibles y en dado caso serán negativos, moderados, puntuales, de corto plazo.

Etapas de Abandono y Restauración (AR)

Los impactos negativos durante esta etapa todos son moderados (AR-09, AR-10, AR-11, AR-12, AR-13) y serán por el Desmantelamiento de equipo y desarmado de estructuras (A29) y Demolición de edificios (A30). Las actividades tanto para el desmantelamiento y desarmado del equipo y estructuras como el de demolición de edificios tendrán un efecto temporal en el confort acústico por la generación de ruido y en la calidad visual, así como en la calidad del aire por la generación de polvos y humos, sin embargo serán temporales y de corto plazo.

Tabla V.9. Impactos negativos significativos.

286 CCI Baja California Sur V		Tabla V. 9. Impactos negativos significativos					
TODAS LAS ETAPAS				CLAVE DE IMPACTO	ETAPAS		
ACTIVIDAD		Componente Ambiental			PC	OM	AR
A04	DESMONTE Y DESPALME	C01	Calidad del aire	PC-09	-0.30		
		C02	Confort Acústico	PC-10	-0.33		
		C06	Uso del Suelo	PC-11	-0.47		
		C07	Procesos Erosivos	PC-12	-0.30		
		C08	Calidad del suelo	PC-13	-0.33		
		C15	Cobertura de vegetación	PC-14	-0.70		
		C16	Fragmentación	PC-15	-0.70		
		C17	Especies de flora protegidas y endémicas	PC-16	-0.49		
		C18	Abundancia de fauna	PC-17	-0.52		
		C19	Fragmentación	PC-18	-0.56		
		C20	Especies de fauna protegidas y endémicas	PC-19	-0.37		
		C24	Calidad visual	PC-20	-0.37		
A10	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO E INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEFINITIVA	C19	Abundancia de fauna	PC-44	-0.37		
		C24	Calidad visual	PC-45	-0.55		
A12	PUESTA EN SERVICIO	C01	Calidad del aire	PC-47	-0.45		
		C02	Confort Acústico	PC-48	-0.30		
A14	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAS	C01	Calidad del aire	OM-04		-0.26	
		C07	Procesos Erosivos	OM-06		-0.26	
A15	OPERACIÓN DEL GENERADOR (MOTOR DE COMBUSTION INTERNA) Y CHIMENEA	C01	Calidad del aire	OM-07		-0.65	
		C02	Confort Acústico	OM-08		-0.59	
		C17	Especies de flora protegidas y endémicas	OM-09		-0.63	
		C18	Especies de fauna protegidas y endémicas	OM-10		-0.63	
		C24	Calidad visual	OM-11		-0.59	
		C25	Calidad de Vida	OM-12		-0.56	
		C26	Salud	OM-13		-0.66	
A16	OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES	C01	Calidad del aire	OM-14		-0.41	
		C02	Confort Acústico	OM-15		-0.33	
		C24	Calidad visual	OM-16		-0.44	
A24	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	C01	Calidad del aire	OM-32		-0.33	
		C02	Confort Acústico	OM-33		-0.33	
A25	MANTENIMIENTO MAYOR	C01	Calidad del aire	OM-34		-0.33	
		C02	Confort Acústico	OM-35		-0.33	
A29	DESMANTELAMIENTO DE EQUIPO Y DESARMADO DE ESTRUCTURAS	C02	Confort Acústico	AR-09			-0.30
		C24	Calidad visual	AR-10			-0.33
A30	DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS	C01	Calidad del aire	AR-11			-0.30
		C02	Confort Acústico	AR-12			-0.33
		C24	Calidad visual	AR-13			-0.33

Benéficos o positivos

Etapas de Preparación del Sitio y Construcción (PC)

El Proyecto registra un total de 5 impactos significativos benéficos moderados (PC-01, PC-02, PC-03, PC-07, PC-08), en esta etapa, los cuales tienen su origen en las actividades de Contratación de personal (A01) y Rescate de flora y fauna (A3). Los factores ambientales que se verán beneficiados por estas actividades serán: Población (C25 y C27), por la generación de empleos, indirectamente en la calidad de vida y las Actividades económicas (C29). Y sobre la Vegetación (C17), y Fauna (C18) por el rescate de algunos individuos.

Etapas de Operación Y Mantenimiento (OM)

Los impactos **benéficos Muy Altos** que se presentarán (OM-28, OM-29) serán sobre los componentes ambientales calidad de vida (C25) y programas de desarrollo (C28), debido a que la Generación de energía eléctrica (actividad A23) contribuye para satisfacer la demanda del servicio de energía eléctrica en la región, y la generación de empleos.

Los impactos positivos significativos **Altos** durante la Operación y el mantenimiento (OM-17, OM-30, OM-31,) ocurrirán por la Generación de energía eléctrica (actividad A23) y serán sobre las Actividades productivas (C29) y el mejoramiento de la infraestructura de suministro de energía eléctrica.

Los impactos significativos benéficos **moderados** (OM-01, OM-02, OM-03, OM-18, OM-23, OM-25 y AR-17), tienen su origen en las actividades de Contratación de personal (A13), Operación de instalaciones eléctricas y sistemas auxiliares (A16), Manejo de residuos (A19), Sistema de control de emisiones a la atmósfera (A21), Los factores ambientales que se verán beneficiados por estas actividades serán: Atmósfera (C01), Suelos (C07 y C08), Vegetación (C17), Fauna (C20), Población (C27 y C28), Actividades económicas (C29 y C30).

Etapas de Abandono y Restauración (AR)

Los impactos benéficos **Altos** durante la etapa de abandono y restauración (AR-18, AR-19) Estarán dados por la Restitución de suelos (A33) y tendrán efecto la cobertura de la vegetación (C5) e indirectamente sobre la salud de la población (C26)

Y un impacto **moderado** benéfico (AR-17) será por la Restitución de suelos (A33) que tendrá un efecto positivo en los procesos erosivos.

De manera general, los principales beneficios atribuibles a la instalación del Proyecto son: la contribución para satisfacer la demanda del servicio de energía eléctrica en la región, el mejoramiento de la infraestructura de suministro de energía eléctrica y la generación de empleos (**Figura V.4 y Tabla V.10**).

V. 2.2 Escenario modificado por el proyecto

V.2.2.1 Etapa de Preparación del sitio y Construcción

Una vez que se hayan tramitado y obtenido los permisos correspondientes para el inicio y desarrollo del Proyecto, el escenario del SAR será muy dinámico durante las etapas de preparación del sitio y construcción, derivado de las entradas de materiales e insumos y habrá modificaciones sobre el medio físico, el biológico y el social.

Tabla V.10. Impactos significativos positivos.

TODAS LAS ETAPAS				CLAVE DE IMPACTO	ETAPAS		
ACTIVIDAD		Componente Ambiental			PC	OM	AR
A01, A13	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	C25	Calidad de Vida	PC-01, OM-01	0.30	0.48	
		C27	Empleo	PC-02, OM-02	0.30	0.48	
		C30	Actividades Productivas	PC-03, OM-03	0.37	0.48	
A03	RESCATE DE FLORA Y FAUNA	C17	Especies de flora protegidas y endémicas	PC-07	0.48		
		C18	Especies de fauna protegidas y endémicas	PC-08	0.48		
A19	MANEJO DE RESIDUOS	C08	Calidad del suelo	OM-23		0.48	
A16	OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES	C29	Actividades Productivas	OM-17		0.52	
		C30	Infraestructura y servicios	OM-18		0.48	
A21	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMOSFERA	C01	Calidad del aire	OM-25		0.48	
A23	GENERACIÓN DE ENERGIA ELECTRICA	C25	Calidad del vida	OM-28		0.81	
		C28	Programas de Desarrollo	OM-29		0.78	
		C29	Actividades Productivas	OM-30		0.59	
		C30	Infraestructura y servicios	OM-31		0.59	
A33	RESTITUCIÓN DE SUELOS	C07	Procesos Erosivos	AR-17			0.44
		C15	Cobertura	AR-18			0.52
		C26	Salud	AR-19			0.52

Se estima que la construcción del Proyecto continuará hasta por 30 años, y en la **Figura V.5** se presenta el balance de materia de manera general:

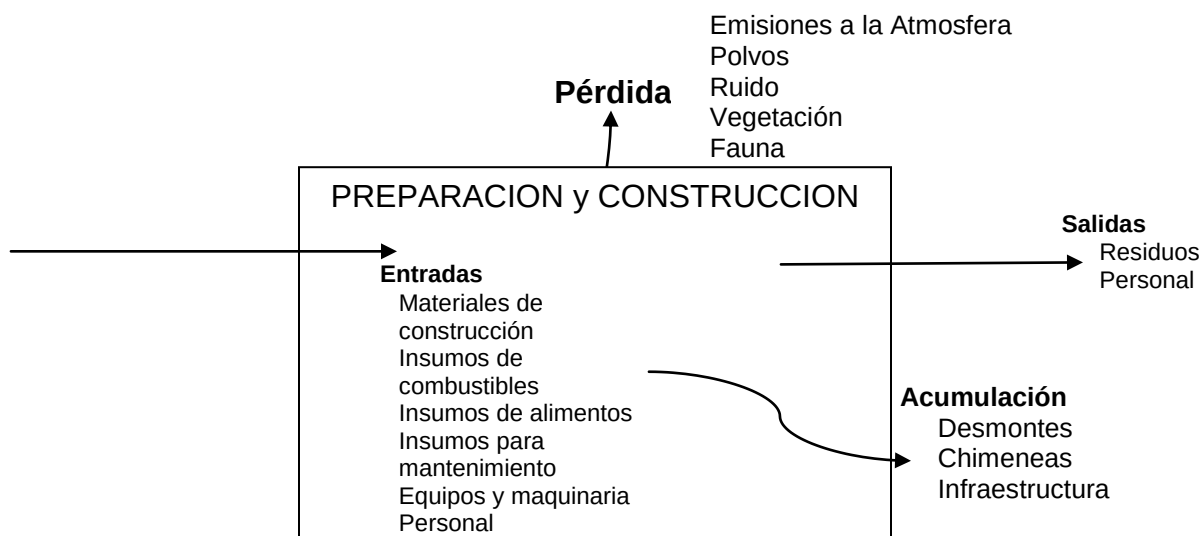


Figura V.5. Modelo conceptual para el balance de materia en las etapas de Preparación del sitio y Construcción.

V.2.2.2 Etapa de operación y mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento, el escenario será mucho menos dinámico, debido a que las actividades se reducirán a la generación de energía y conducción eléctrica, así como actividades de mantenimiento (**Figura V.6**).

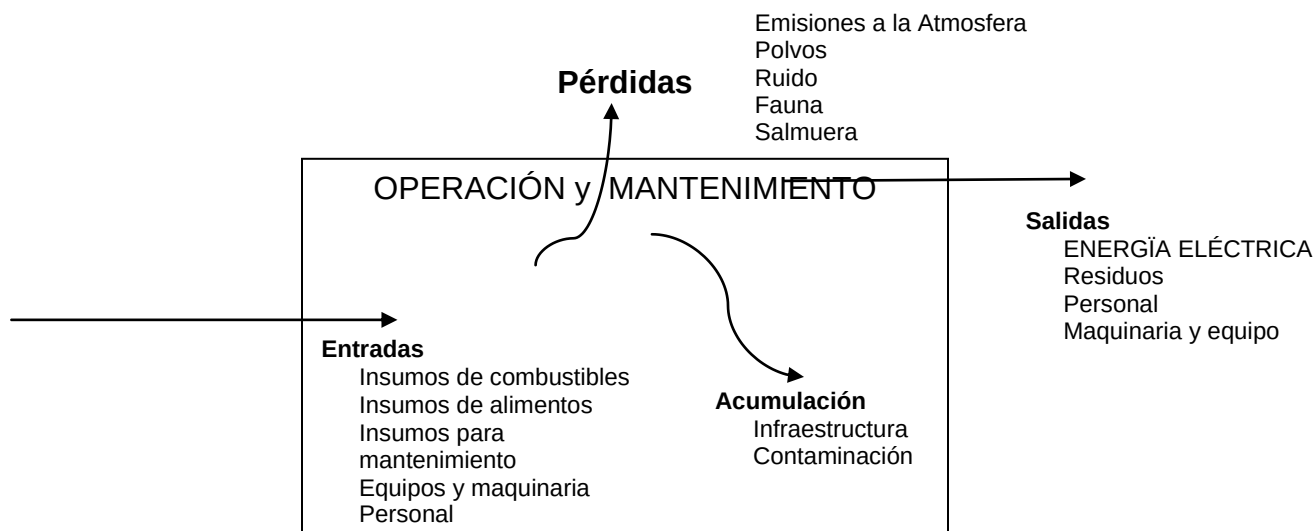


Figura V.6. Modelo conceptual para el balance de materia en la etapa de Operación y Mantenimiento.

V.2.2.3 Etapa de abandono

Durante este período, se realizarán las actividades de desmantelamiento, demolición y remoción de las instalaciones y estructuras del Proyecto, por lo que el sistema presentará una nueva dinámica que será de menor duración y magnitud en comparación con las otras etapas, como se observa en la **Figura V.7**.

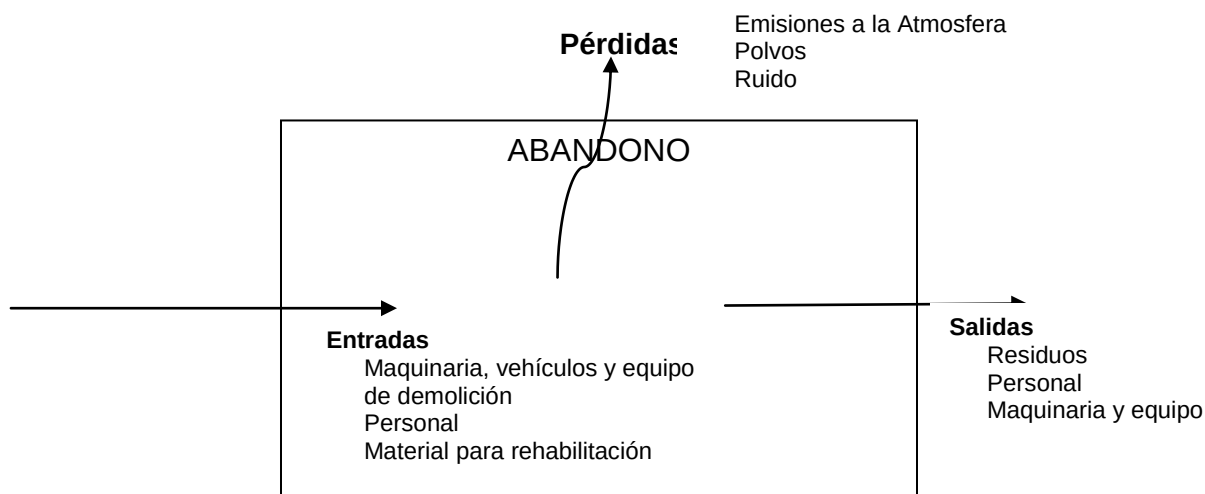


Figura V.7. Modelo conceptual para el balance de materia en un escenario en la etapa de Abandono.

V.3 VALORACIÓN (EVALUACIÓN) DE IMPACTOS

V.3.1 Modelos de dispersión

La valoración de impactos también se apoyó en modelos de dispersión tanto de emisiones a la atmósfera como de la descarga de salmuera en el mar.

V.3.1.1 Dispersión de contaminantes a la atmósfera

Para estimar el impacto en la zona de estudio ocasionado por la operación de la CCI Baja California Sur V, se modelaron las emisiones de óxidos de nitrógeno, (NO_2), óxidos de azufre (SO_2), y partículas suspendidas menores a 10 micras (PM_{10}), empleando un modelo Gaussiano de dispersión de emisiones a la atmósfera (**Anexo 9**).

Dicho estudio permitió identificar las áreas que puedan ser afectadas por las emisiones de la central así como cuantificar el potencial impacto de las mismas.

Las modelaciones consideraron la operación conjunta de las centrales 236 CCI Baja California Sur III, la 235 CCI Baja California Sur IV y la CCI Baja California Sur V (motivo de esta MIA).

Además, debido a que en la zona de estudio, en el momento de hacer los monitoreos de la calidad del aire, ya se encontraban en operación las centrales CT Punta Prieta, y dos unidades de la CCI Baja California Sur, las concentraciones de fondo se estimaron a partir de un monitoreo perimetral para NO_x , SO_2 y PM_{10} con información correspondiente a 2011 y 2012.

Los escenarios simulados consideran la utilización de equipo de control de emisiones para NO_2 con una eficiencia del 85% en las unidades 3 y 5, y del 50% en la unidad 4 para estar por debajo de la norma para NO_2 en un 14,6%.

En el caso del Bióxido de Azufre (SO_2 promedio 24 hr y anual) se debe usar Combustóleo con un 2% de contenido de azufre para quedar por abajo de la norma en un 30% en su promedio a 24 horas, y un 31,2% para el promedio anual.

Oxidos de Nitrogeno (NO_x)

La **Figura V.8** muestra las curvas de Isoconcentración para el escenario 3, el cual representa el impacto por Óxidos de Nitrógeno en la zona de estudio, y que logra cumplir con la norma oficial para esta sustancia.

La ubicación de los máximos en todos los escenarios se presentó 3,5 km al nor-noroeste del predio de Proyecto sobre el Cerro Santa María, el cual es un lugar despoblado y sin uso de suelo específico.

El impacto en la calidad del aire por Óxidos de Nitrógeno en la ciudad de La Paz, considerando la concentración de fondo ($54,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y la concentración por la operación de las tres unidades ($12,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se tiene una concentración total que esta un 83% por abajo del umbral que marca la norma para esta sustancia.

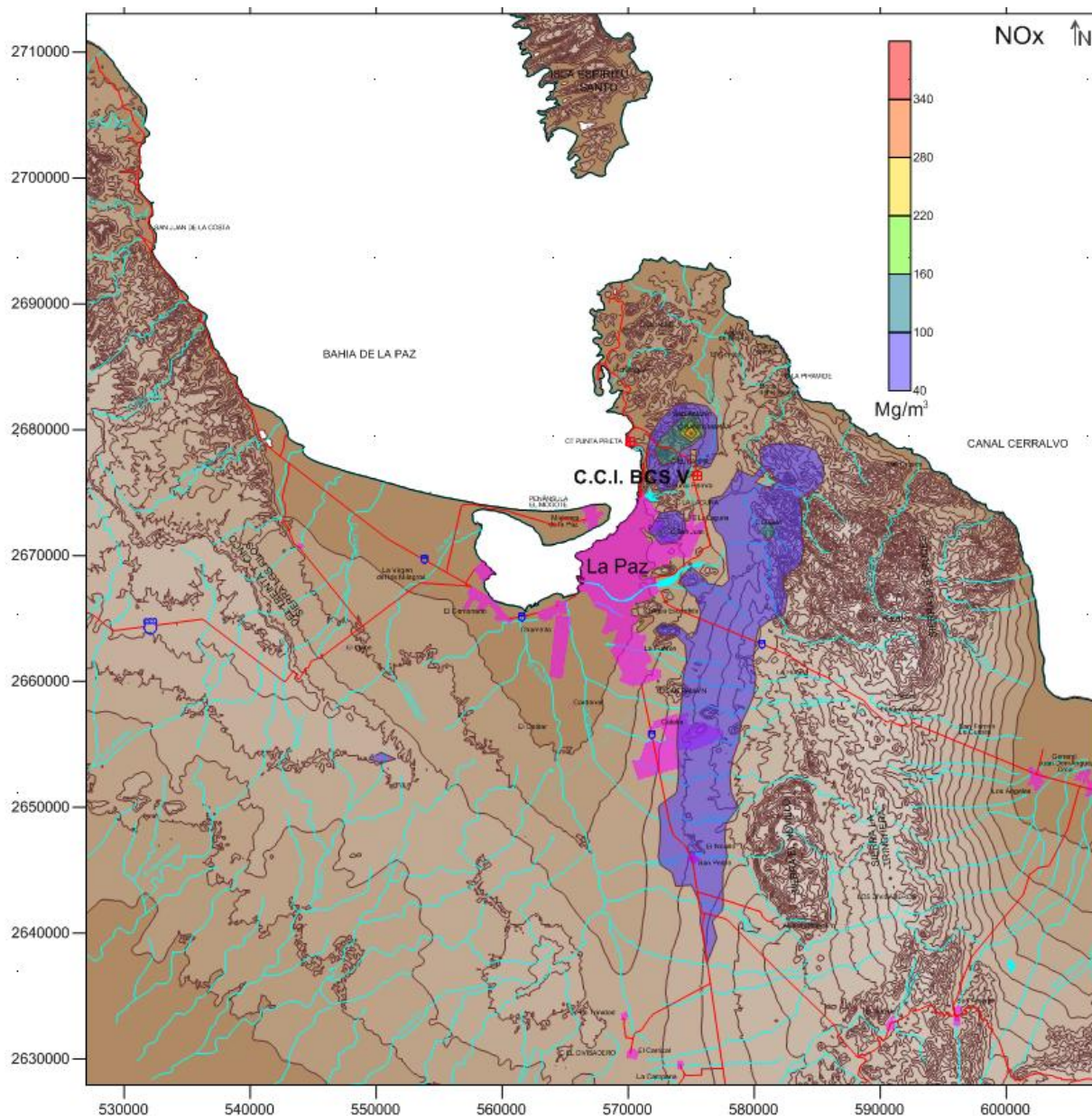


Figura V.8. Isocurvas de concentración para NO_2 (promedio 1 hr). Concentración máxima (40 máximo): $337.29 \mu\text{g/m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Considerando equipo de control con un 85% de eficiencia en las unidades 3 y 5, y un 50% en la Unidad 4. Factor de Planta 73%.

Dioxido de Azufre (SO₂)

Los resultados para el Bióxido de Azufre indican que se logra cumplir con la norma para esta sustancia en toda el Área de Estudio si el combustible a usar en las tres unidades tiene un 2% de azufre, con esto se logra estar por abajo del límite de la norma oficial en un 30% para el promedio a 24 horas, y en un 31.2% en el promedio anual.

Las **Figuras V.9 y V.10**, muestran las isocurvas de concentración correspondientes al Bióxido de Azufre, considerando solo el caso de Combustóleo con un 2% de azufre, ya que es el escenario que cumple con la norma para esta sustancia en toda la zona de estudio.

La máxima concentración estimada para el Bióxido de Azufre, se localizó en un lugar despoblado sobre el Cerro Santa María, es decir a aproximadamente 3,5 km al nor-noroeste del predio de Proyecto, en un área que se encuentra totalmente despoblada y sin uso de suelo especial.

En la Ciudad de La Paz, el impacto por Bióxido de Azufre considerando la concentración de fondo obtenida (13,1 µg/m³) y lo estimado por el modelo para la ciudad, tenemos una concentración de 15,72 µg/m³ este valor esta un 95,4% por abajo del umbral que indica la norma para esta sustancia en el promedio a 24 horas, y en el promedio anual la concentración total es de 13,3 µg/m³ lo cual es un 83,2% por abajo del umbral para esta misma sustancia en su promedio anual.

Partículas Suspendidas Fracción Respirable (PM₁₀)

En el caso de las PM₁₀, éstas son las que menos impacto ocasionan en la calidad del aire, ya que la concentración estimada por el modelo (primer valor máximo) se encuentra muy por debajo de los valores de la norma, tanto en su promedio a 24 horas (74,7% por debajo de la norma) como anual (86% por debajo de la norma).

Las concentraciones máximas para partículas, se ubicaron en el mismo punto que se obtuvo para Bióxidos de Azufre y Óxidos de Nitrógeno, es decir sobre el Cerro Santa María a 3,5 km al nor-noroeste del predio de Proyecto.

Las **Figuras V.11 y V.12**, muestran las isocurvas de concentración correspondientes a las Partículas Menores a 10 Micras para el promedio a 24 horas y anual respectivamente.

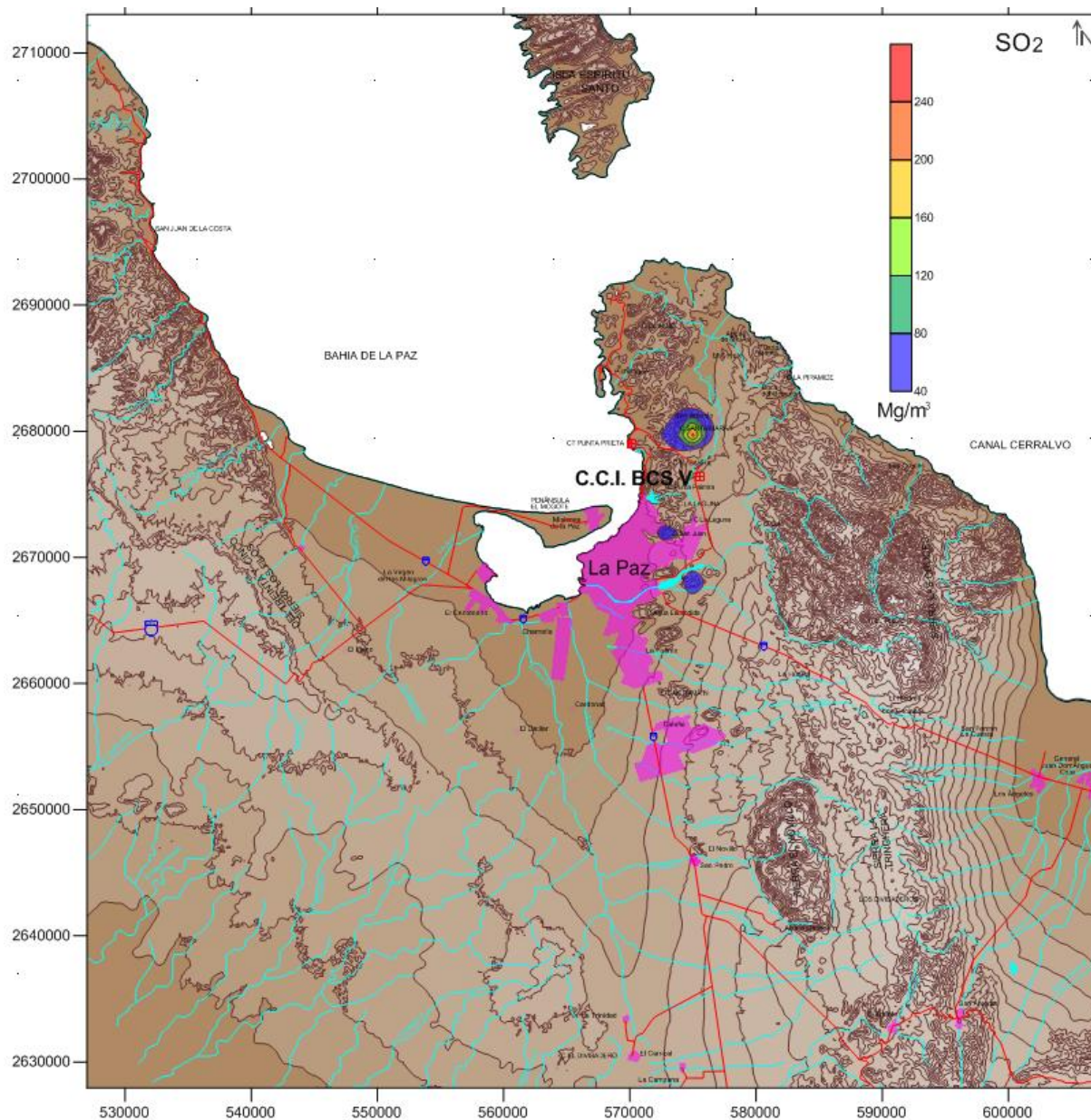


Figura V.9. Isocurvas de concentración para SO_2 (promedio 24 hr). Concentración máxima (40 máximo): 238.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Considerar para la operación Combustóleo con 2% de azufre. Factor de Planta 73%.

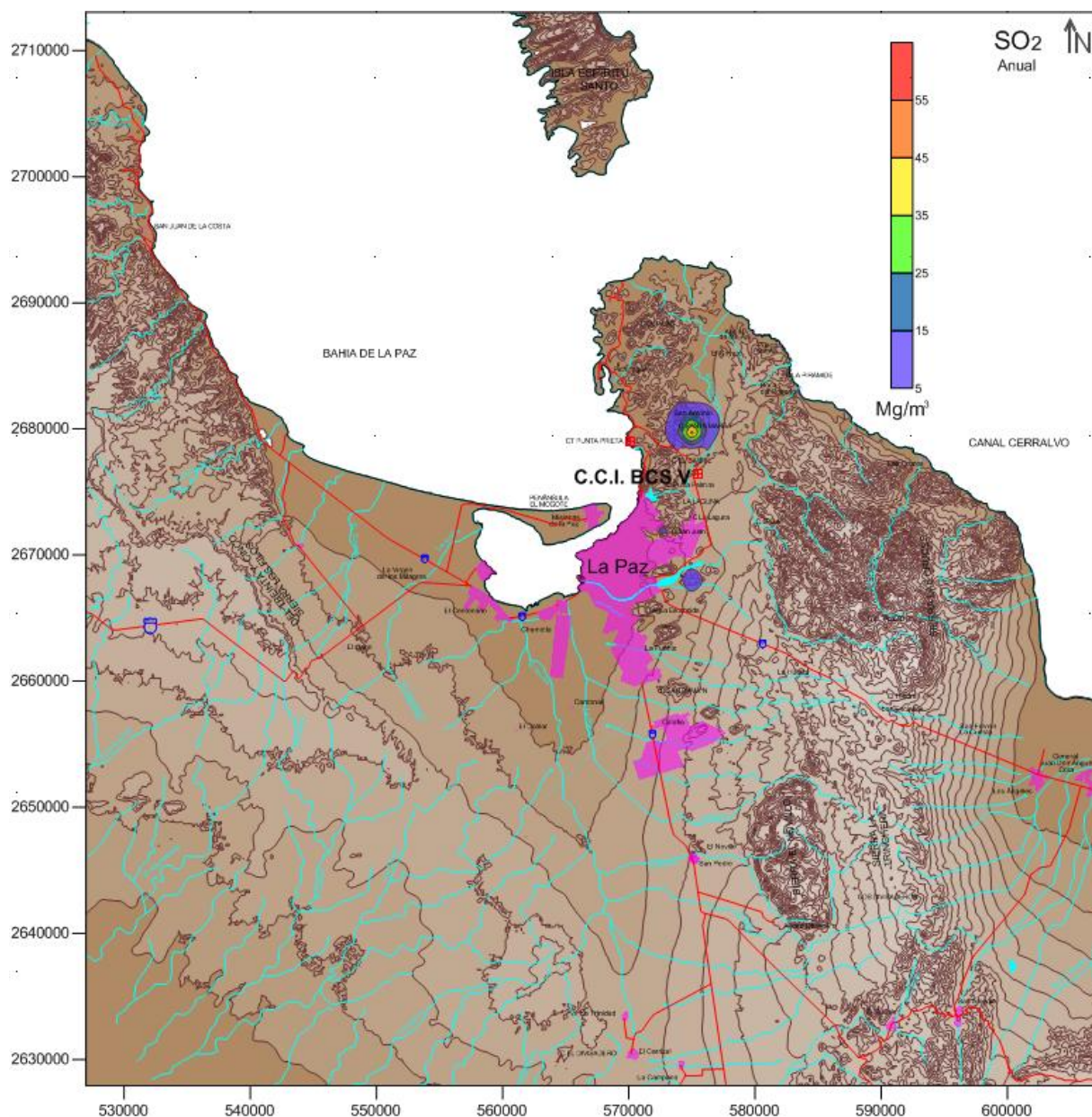


Figura V.10. Isocurvas de concentración para SO_2 (promedio anual). Concentración máxima (40 máximo): $54,34 \mu\text{g/m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Considerar para la operación Combustóleo con 2% de azufre. Factor de Planta 73%.

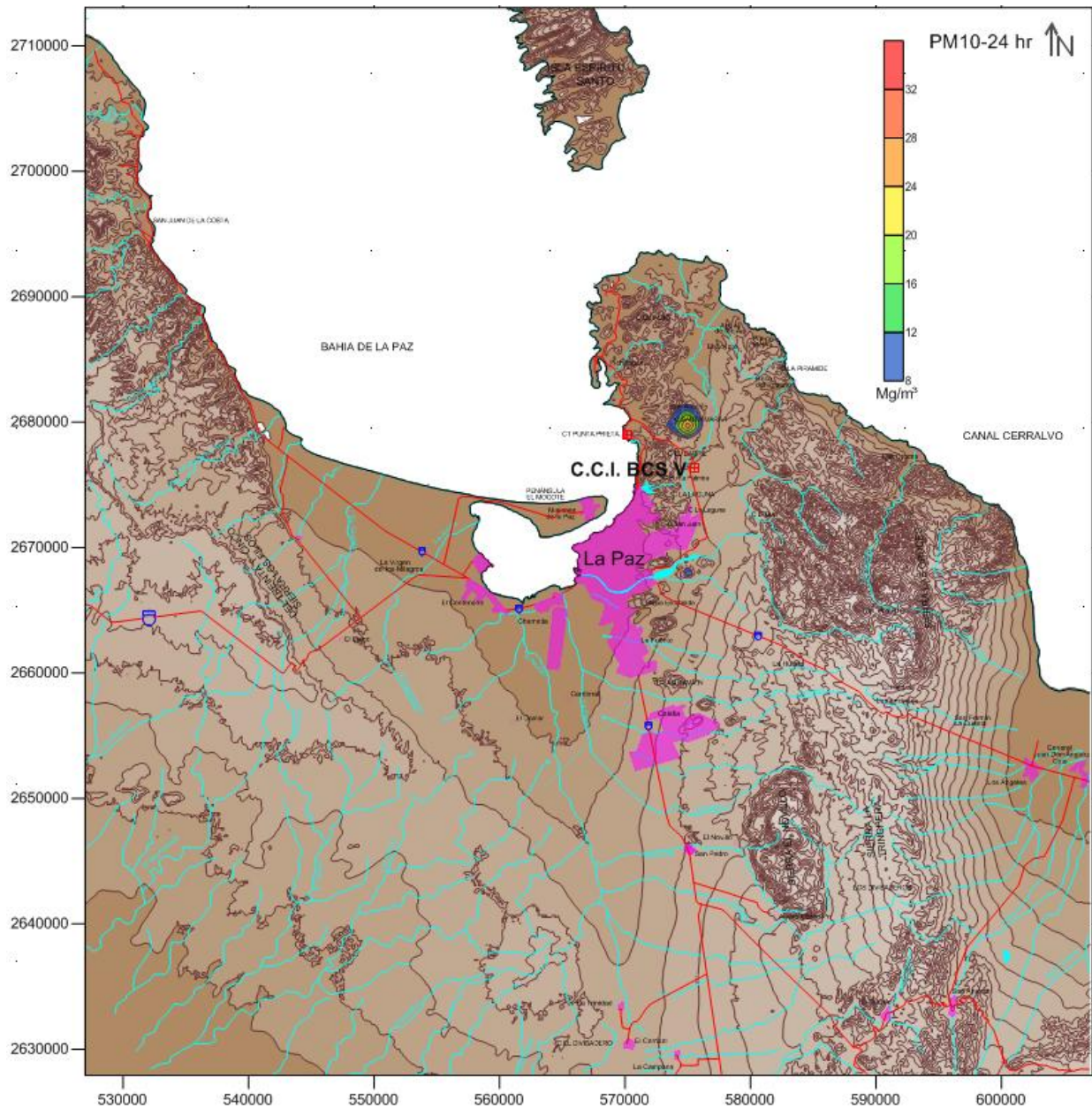


Figura V.11. Isocurvas de concentración para PM₁₀ (promedio 24 hr). Concentración máxima (40 máximo): 30.41 µg/m³ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Factor de Planta 73%.

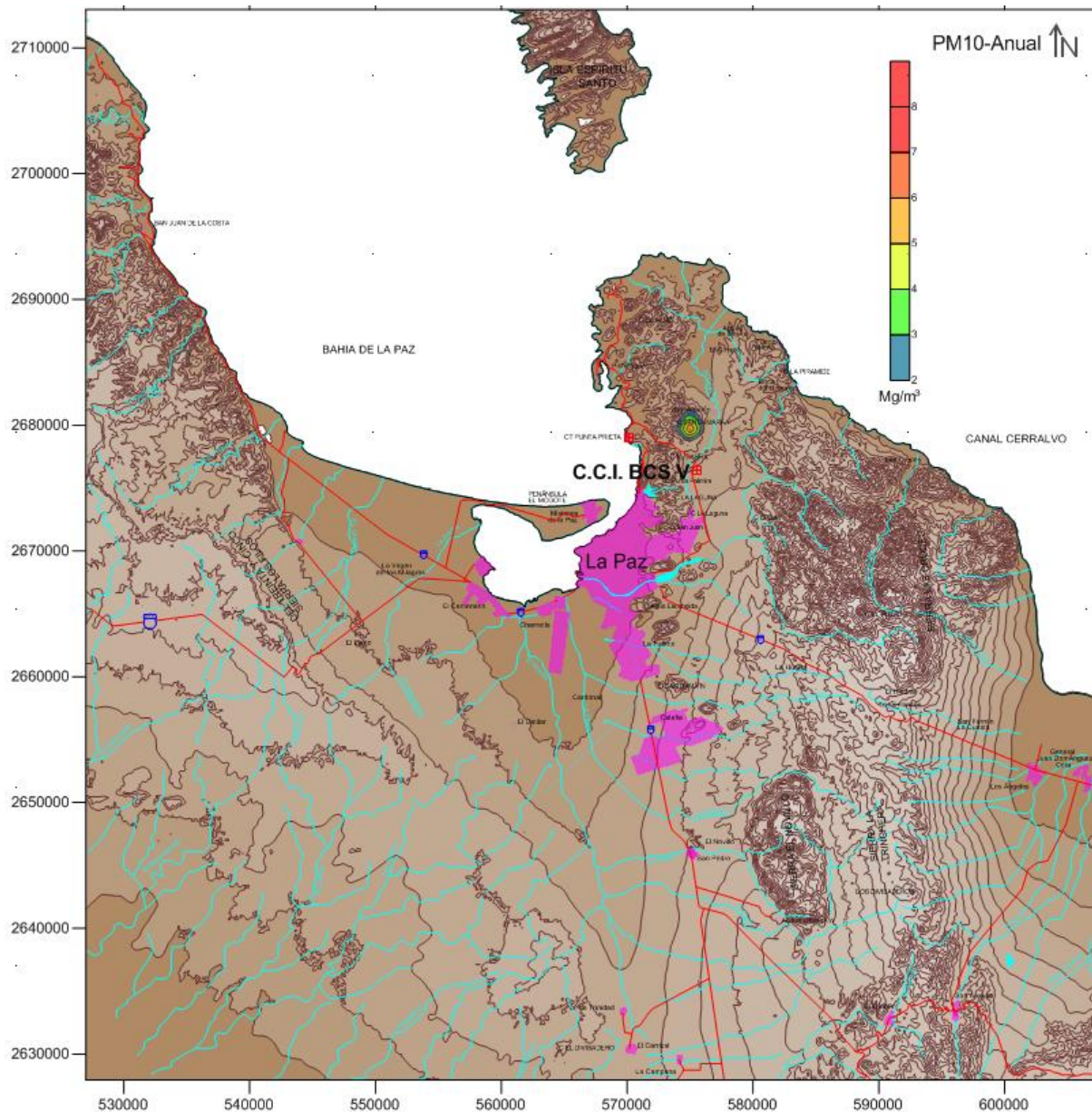


Figura V.12. Isocurvas de concentración para PM₁₀ (promedio anual). Concentración máxima (4o máximo): 6.91 µg/m³ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Factor de planta 73%.

En la Ciudad de La Paz, el impacto por partículas suspendidas de tipo fracción respirable (PM_{10}) no representan un problema de salud hacia la población debido a la central, ya que el máximo obtenido en la modelación como promedio a 24 horas es de solo un $0,3 \mu g/m^3$ lo que sumado a la concentración de fondo nos da un $45,52 \mu g/m^3$ esto es un 62% por abajo del umbral de lo que indica la norma para esta sustancia (**Tabla V.11**). En el promedio anual para partículas suspendidas de tipo fracción respirable (PM_{10}), el proyecto no produce ningún impacto solo se tiene el propio de la ciudad (concentración de fondo), obtenido con la medición de la estación 2 el cual fue de $45,22 \mu g/m^3$, este valor esta un 9,6% por abajo del umbral para partículas en el promedio anual.

Tabla V.11. Concentraciones estimadas en la modelación para NO_x , SO_2 y PM_{10} . Se consideran las 3 CCI Baja California, que están operando bajo los mismos parámetros (condiciones de diseño), utilizando combustóleo con un 2% de azufre y con equipo de control (SCR) al 50% de eficiencia en una unidad (U4) y al 85% de eficiencia en dos unidades (U3 y U5).

Sustancia	Periodo promedio por Norma	Concentración prom de Fondo ($\mu g/m^3$)	Concentración máxima de la modelación ($\mu g/m^3$)	Límite indicado en la Norma ($\mu g/m^3$)
NO_x con SCR	1 h	54,5	337,29	395 NOM-023-SSA1-1993
SO_2	24 h	13,1	238,98	341 NOM-022-SSA1-1993
SO_2	Anual	13,1	54,34	79 NOM-022-SSA1-1993
PM_{10}	24 h	45,223	30,41	150 NOM-025-SSA1-1993
PM_{10}	Anual	45,223	6,91	50 NOM-025-SSA1-1993

Calidad del Aire en la Zona Urbana de La Paz

La calidad del aire de la Ciudad de La Paz no se verá afectada por la operación de las nuevas unidades, ya que el desplazamiento de la pluma es principalmente hacia el norte de la ciudad.

La máxima concentración que se puede llegar a presentar en la Ciudad de La Paz por alguna de las tres sustancias evaluadas (NO_x , SO_2 y PM_{10}), cumplen perfectamente con cada una de las normas correspondientes, tanto en sus promedios a 1 hora en el caso de los Óxidos de Nitrógeno, como a 24 horas y anual en el caso de las Partículas y Bióxidos de Azufre.

Esto se debe principalmente a que el desplazamiento de la pluma de dispersión es principalmente hacia el nor-noroeste del predio del Proyecto, y a la ubicación de las centrales, detrás de las montañas que protegen a la ciudad, evitando que la pluma se oriente hacia la zona poblada, logrando con esto que el impacto en la ciudad sea mínimo.

El Cerro Santa María en donde se presentan los máximos, se encuentra a 6.3 km al noreste de la ciudad de La Paz.

Por lo anterior se puede resumir que La ciudad de La Paz no se verá mayormente afectada directamente por ninguno de los 3 compuestos (NO_x , SO_2 y PM_{10}) que se producirán, siempre y cuando se utilice combustóleo con un contenido de 2% y el Sistema de Control de Emisiones trabaje al 85 % de eficiencia en dos unidades y por lo menos al 50% de eficiencia en otra de las unidades para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire.

Sistema de Control de Emisiones a la Atmósfera: Para disminuir las emisiones de NO_2 , se utilizará el Proceso **SCR** (Selective Catalytic Removal), que consiste en la inyección de una solución acuosa de amoníaco (como agente reductor) a los gases de combustión. Esta mezcla se pasará por un catalizador a una temperatura de 300-420 °C para, por medio de una reacción, convertir los óxidos de nitrógeno en nitrógeno y vapor de agua.

Como materia prima básica se utilizará una solución acuosa de amoníaco al 22-29% de 110 g/s, almacenada en un tanque de acero al carbón de 400 m³ de capacidad total, de donde será enviada a los gases de combustión para que se mezcle y libere el amoníaco necesario para llevar a cabo la reacción de reducción en presencia del catalizador.

El amoníaco es un gas incoloro de olor muy penetrante. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora rápidamente. Generalmente se vende en forma líquida y es fácilmente biodegradable. El amoníaco líquido es un álcali fuerte que puede causar la muerte o lesiones severas a los tejidos del cuerpo debido a su acción cáustica, corrosiva, tóxica, congelante y deshidratante. Sin embargo el riesgo varía según la concentración a la que se encuentre (**Tabla V.12**).

Tabla V. 12. Estado del Amoniaco y Guía de respuesta a Emergencias (CANUTEC 2012).

Guía de Respuesta a Emergencias (GRE 2004)		GUIA	NIP	RIT
Amoniaco, anhidro, licuado.		125	1005	X
Solución acuosa de amoniaco con más del 50 % de amoniaco.		125	3318	X
Amoniaco, en solución, con más del 35% pero no más del 50% de amoniaco.		125	2073	
Amoniaco, en solución, con más del 10% pero no más del 35% de amoniaco.		154	2672	
GUIA	Número de Guía de Respuestas a Emergencias CANUTEC.			
NIP	Número de Identificación ONU.			
RIT	Riesgo de inhalación Tóxica.			

Según la Guía de Respuesta a Emergencias (GRE 2012) CANUTEC, el uso de amoniaco en concentraciones mayores al 50% se maneja utilizando la Guía 125: gases corrosivos, y requiere el uso de tablas de aislamiento inicial y acciones protectoras; Las soluciones acuosas menores al 35 % de amoniaco (como en este caso), disminuyen en su peligrosidad y se manejan utilizando la Guía 154, que corresponde a sustancias toxicas y/o corrosivas (no combustibles).

Ya que se tendrán todas las consideraciones de seguridad en la operación del reactor, el impacto que se detecta es por el riesgo de fugas y/o accidentes, y será negativo, moderado, puntual, de corto plazo, y totalmente prevenible.

V.3.1.2 Dispersión de la descarga de salmuera

Dada la escasez de agua en la zona, la necesaria para las oficinas y servicios generales de la Central, se obtendrá (por medio del acueducto existente) de la CT Punta Prieta, la cual cuenta con un sistema de evaporadoras y condiciones particulares de descarga establecidas mediante el título de concesión **01BCS100403/06FMGC03**.

El residuo más importante de una planta desaladora está constituido por las aguas de rechazo. Una forma de disminuir la salinidad del efluente, consiste en pre-diluirlo antes de su descarga al mar y para paliar en lo posible los efectos negativos se recomienda situar los vertidos de salmuera en zonas de hidrodinámismo medio o elevado, que facilite la dispersión de la sal vertida al mar.

En la CT Punta Prieta se cumplen estas condiciones, ya que las aguas de rechazo se diluyen previamente a su salida al mar, en el canal de descarga de la misma central y el punto de descarga está en una zona que tiene una hidrodinámica media. Frente a la CT Punta Prieta pasa el canal de navegación hacia la ensenada cuya profundidad es de 10 m y disminuye gradualmente hasta la línea de costa. El transporte litoral se presenta por acción del oleaje, es de baja energía y no tiene efecto significativo en la modificación del perfil de costa, presenta un oleaje con altura promedio de ola de entre 0,01 y 0,06 m.

A partir de la entrada en operación de la CCI Baja California Sur (unidad 1 en 2002 , unidad 2 en 2007 y unidad 3 en 2012), las evaporadoras respectivas instaladas en la C.T.Punta Prieta, generan una cantidad de salmuera equivalente a 5.7 l/s y generando 4.15 l/s de agua destilada.

Con la entrada en operación de las 286 CCI Baja California Sur V y 235 CCI Baja California Sur IV (2014), no habrá un volumen adicional de salmuera debido a que las evaporadoras incrementaran sus horas de operación para suplir el volumen adicional de agua destilada requerida , por lo que se mantendrá el aporte actual de salmuera de 5.74 l/s.

Considerando la aportación total de las Centrales CCI Baja California Sur, que sería de 5.74 l/s de salmuera y considerando el aporte de salmuera proveniente de las evaporadoras de la CT Punta Prieta I-II, el aumento en la concentración de la salinidad del agua de mar presente en el **canal de descarga** de la CT Punta Prieta representa un incremento de tan solo el 0,03%.

Para estimar la dispersión de la salinidad sobre un cuerpo receptor (Bahía de La Paz) proveniente de una fuente emisora (canal de descarga de la CT Punta Prieta), se aplicó un modelo matemático.

A continuación se presenta la **Tabla V.13** que muestra los flujos de entrada y salida de agua de mar y la salinidad respectiva para las diferentes condiciones de operación del sistema de evaporadoras de la CT Punta Prieta, considerando la operación actual de la CT Punta Prieta y CCI Baja California Sur, la de la futura 236 CCI Baja California Sur III y en un futuro de la 235 CCI Baja California Sur IV y la 286 CCI Baja California Sur V motivo de esta manifestación.

Tabla V.13. Flujos de entrada y salida de agua de mar y la salinidad respectiva en las diferentes condiciones de operación.

CONDICIÓN FUTURA	FLUJO DE ENTRADA l/s	SALINIDAD micromhos/cm	FLUJO DE SALIDA l/s	SALINIDAD micromhos/cm
CT PUNTA PRIETA y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V	6668,89	36 000,0	6661.03	36 011.6
% de incremento de salinidad= 0,03 en el canal de descarga, considerando CT PUNTA PRIETA y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V				

Información proporcionada por el DPA

En las **Tablas V.14 a V.16** se presentan los resultados de la simulación de la dispersión de la pluma de salinidad en la zona de Punta Prieta.

Debido a que existe una mejor dispersión de la salinidad cuando aumenta la velocidad del viento, para los escenarios (figuras) se supone el caso más desfavorable, que consiste en la velocidad más baja: de 0,5 m/s, con ambas direcciones de viento.

Los escenarios suponen el aumento gradual de la entrada en operación de las unidades de la CCI BCS. Las concentraciones de salinidad para cada escenario se muestran en la **Tabla V.14**.

Tabla V.14. Salinidad “normalizada” para los escenarios considerados.

Escenario	Salinidad en la descarga (micromhos/cm)
CT Punta Prieta y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V	11.6

* Información proporcionada por el DPA.

En la **Tabla V.15** se muestra la longitud de la pluma de salinidad hasta una concentración de 20 micromhos/cm para los escenarios: actual y futuros, con viento del norte y del sur.

Tabla V.15. Longitud (m) de la pluma hasta concentración de 20 micromhos/cm.

Escenario	Viento del sur (m)	Viento del norte (m)
CT Punta Prieta y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V	300,0	1217,3

En la **Tabla V.16** se muestra el área de la pluma de salinidad hasta concentraciones mayores a 20 micromhos/cm para los escenarios establecidos.

Tabla V.16. Área (km²) de la pluma de concentraciones mayores a 20 micromhos/cm.

Escenario	Viento del sur (m)	Viento del norte (m)
CT Punta Prieta y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V	0,0150	0,2200

En las **Figuras V.13 y V.14**, se presenta la simulación de la dispersión de la pluma de salinidad con la operación de la CT Punta Prieta y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V.

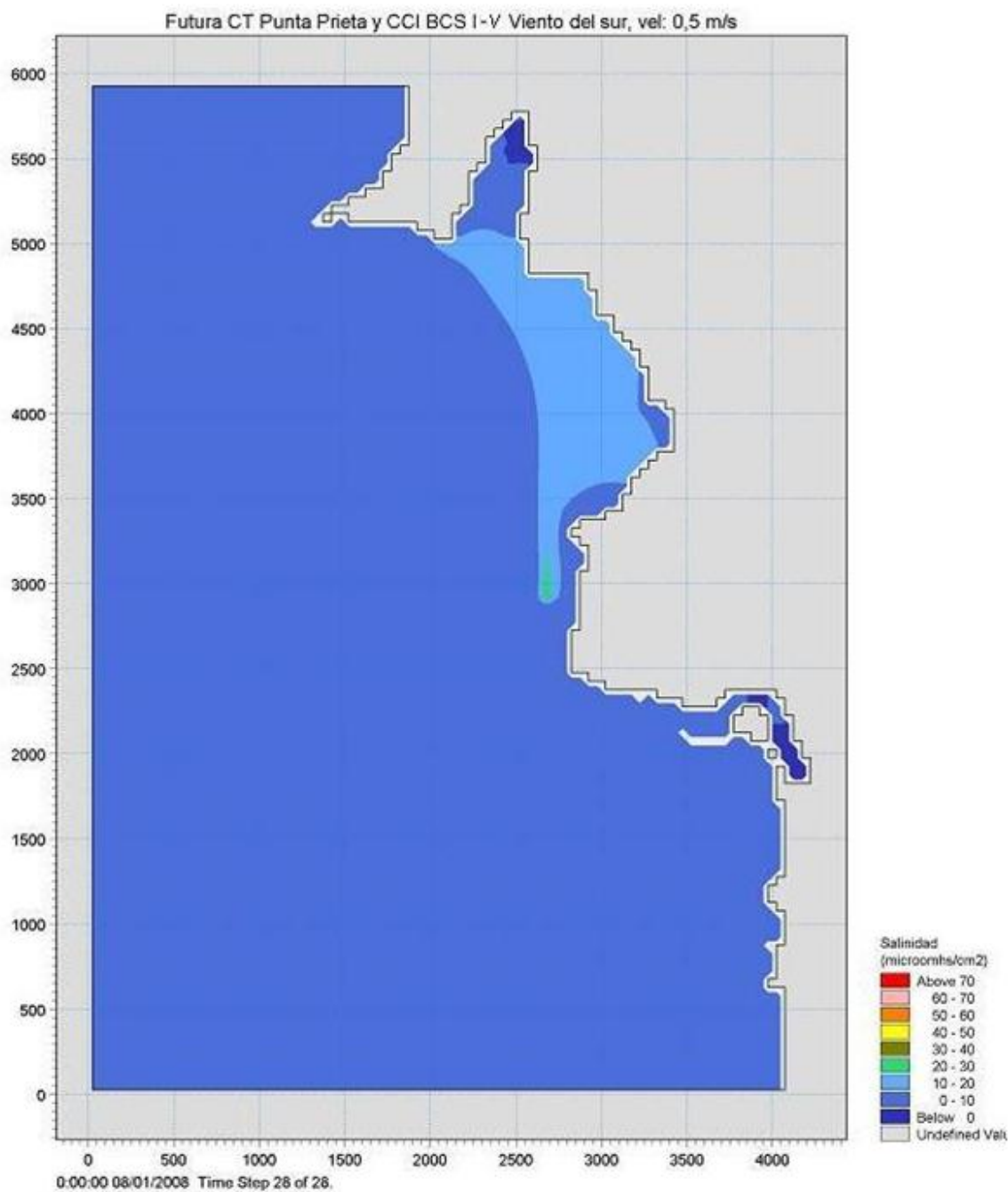


Figura V.13. Simulación de la dispersión de la pluma de salinidad en Punta Prieta con la operación de las nuevas Centrales. Viento del Sur, vel: 0,5 m/s.

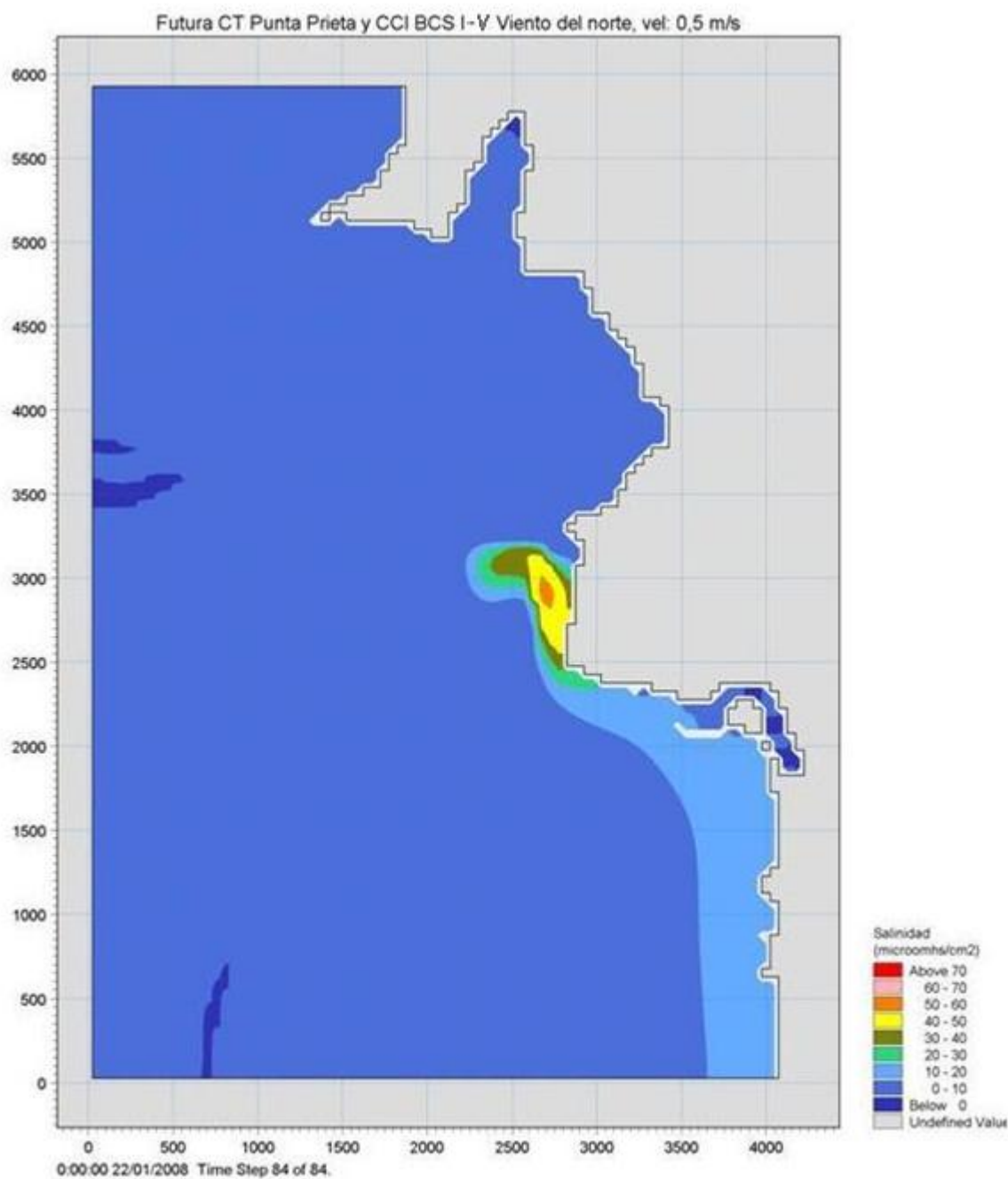


Figura V.14. Simulación de la dispersión de la pluma de salinidad en Punta Prieta con la operación de las nuevas Centrales. Viento del Norte, vel: 0,5 m/s.

En La Paz, se tiene un sistema de viento dominante del sur-sureste. Las velocidades del viento fluctúan desde 0 hasta 10,3 m/s como máximo. De acuerdo con Climas, el promedio anual de velocidad de viento es de 2,4 m/s, con un porcentaje de calmas (velocidades menores a 0,5 m/s) de 23,6 % que se presentan principalmente en los meses de octubre a enero.

Con la operación de las Centrales CT Punta Prieta y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V, la salinidad saldría con una concentración de 36 011.6 micromhos/cm lo que representa un incremento de salinidad del 0,03 % lo cual lo hace imperceptible.

Se puede observar que la pluma de dispersión de salinidad en la condición más adversa (**Figura V.14**) desplaza a no más de 1 000 m y que a esa distancia la concentración de salinidad es de 20 micromhos/cm (12 ppm).

En el peor de los casos (viento del Norte 0,5m/s con todas las unidades en funcionamiento), la isohialina +20 micromhos/cm (12,8 ppm) producida por CFE (incremento respecto a la salinidad natural del medio ambiente) tiene un área de 0,22 km².

La corriente en el mar frente a la CT. Punta Prieta produce un mezclado, el cual aumenta conforme aumenta la velocidad de la misma, reduciendo de esta manera el tamaño de la zona afectada.

Cabe enfatizar que la descarga de la salmuera **NO** se hace directamente en el cuerpo de agua, sino en el canal de salida de la Central donde se diluye y que en la simulación no se considera que, además, la descarga se realice por medio de un emisor submarino en una zona con hidrodinámica media.

Analizando todo lo anterior se concluye que el impacto es imperceptible ya que la salinidad se iguala en los primeros metros de la descarga.

V.4 IMPACTOS SINÉRGICOS

Un impacto ambiental sinérgico está definido por el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental como aquel que se produce 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.

Como se observó en el punto V.2, uno de los atributos empleados para determinar la importancia de los impactos ambientales es la sinergia, es decir, su propiedad de interactuar con otros impactos ambientales distintos generando un efecto mayor a aquel que podría esperarse si los impactos fueran analizados de manera independiente.

Las consideraciones para identificar la presencia de relaciones sinérgicas fueron las siguientes:

1. Sólo se analizó la interacción sinérgica de impactos ambientales previamente identificados como **significativos**.
2. No existe sinergia si los impactos se desarrollan en tiempos diferentes (no ocurren simultáneamente).
3. No existe sinergia cuando el resultado de los impactos es el mismo ya sea cuando se presentan simultáneamente y cuando se presentan de manera independiente (en tiempo y/o localización).
4. No existe sinergia si la actividad que origina los diferentes impactos es la misma, con afectaciones sobre diferentes factores y componentes ambientales, ya que éstos no son comparables entre sí.
5. No se consideró sinergia entre un impacto benéfico y un impacto perjudicial, ni entre dos impactos benéficos.

La siguiente Matriz (**Figura V.15**) indica la correlación existente entre los impactos ambientales sinérgicos identificados.

IMPACTOS SINÉRGICOS 286 CCI Baja California Sur V						
ACTIVIDADES		Componente Ambiental	IMPACTO	OM-13	OM-07	OM-04
A14	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	C01	Calidad del aire	OM-04	2	2
		C01	Calidad del aire	OM-07	2	
A15	OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA	C26	Salud	OM-13		

Figura V.15. Matriz Impactos sinérgicos.

Las interacciones sinérgicas identificadas en la tabla anterior se describen a continuación:

Durante la Etapa de Operación y mantenimiento (OM) habrá sinergia entre los impactos OM-04 con OM-07 y OM-13 debido a que la calidad del aire con respecto a la concentración de polvos y partículas suspendidas puede ser asimilada por las personas en cierto nivel, pero si simultáneamente están expuestos a otros contaminantes como el SO₂ el riesgo de que contraigan una enfermedad respiratoria se incrementa sustancialmente (Seoáñez, 1999).

V.5 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

El criterio para identificar los impactos ambientales residuales fue desarrollar un nuevo análisis de los impactos considerando un escenario del Proyecto para el cual las medidas de mitigación, planteadas en el Capítulo VI, fueron aplicadas de manera eficaz.

Esta evaluación de los impactos ambientales se concentró en los impactos significativos, debido a que el resto de los impactos identificados como no significativos se verán igualmente reducidos en su importancia al aplicar las medidas correspondientes.

Cabe señalar que durante este análisis no se incluyeron los impactos benéficos ya que las medidas aplicadas para su mitigación fueron planteadas para la atención de los impactos perjudiciales (**Figura V.16**).

RESIDUALES					IMPACTO	Medida de mitigación	SIGNIFICANCIA
ACTIVIDADES		Componente Ambiental			I _{ij}	T _{ij}	G _{ij}
A04	DESMONTE Y DESPALME	C17	Especies de flora protegidas y endémicas	PC-16	0.73	3.00	-0.49
		C20	Especies de fauna protegidas y endémicas	PC-19	0.56	3.00	-0.37
A15	OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA	C01	Calidad del aire	OM-07	0.84	2.00	-0.65

RANGO DE SIGNIFICANCIA			
Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
0-0.25	0.26-0.49	0.50-0.75	0.76 -1

Figura V.16. Matriz Impactos residuales. (PC= preparación y construcción; OM= Operación y Mantenimiento)

Como resultado se obtuvo que en un escenario en el cual las medidas de prevención, de mitigación y de compensación planteadas en el Capítulo VI han sido aplicadas eficazmente, quedarían un total de 3 impactos residuales, de los cuales 2 son moderados y uno es alto.

A continuación se describen los impactos ambientales residuales identificados:

PC-16: impacto residual producido sobre las especies de flora protegida y endémica (C17) debido al desmonte y despalme (A04) que persiste con una importancia moderada tras la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes.

PC-19: impacto residual producido sobre las especies de fauna protegida y endémica (C20) debido al desmonte y despalme (A04) que persiste con una importancia moderada tras la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes.

OM-07: impacto residual producido sobre la calidad del aire (C01) debido a la operación, del motor de combustión interna y chimenea (A15), que persiste con una importancia alta tras la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes.

De lo anterior puede observarse que a partir de la aplicación efectiva de las medidas de mitigación todos los impactos han sido atenuados, eliminándose por completo a los impactos muy altos o críticos. Asimismo, se puede mencionar que ninguno de los anteriores impactos residuales representaría un impedimento para la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

V.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Como se define en el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental acumulativo es el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Es con estos impactos sobre los cuales se puede llevar a cabo un análisis de interacción acumulativa.

En la **Tabla V.17** se indican los impactos ambientales significativos que presentaron la capacidad de acumularse con otros impactos, es decir, aquellos que obtuvieron una valoración mayor a 0 en el atributo de acumulación.

La **Figura V.17** indica la correlación existente entre los impactos ambientales acumulativos identificados.

Tabla V.17. Impactos Acumulativos Identificados.

IMPACTO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL
PC-14	Desmonte y despalde (A04)	Cobertura de vegetación (C15)
PC-15	Desmonte y despalde (A04)	Fragmentación (C16)
PC-16	Desmonte y despalde (A04)	Especies de flora protegidas y endémicas (C17)
PC-17	Desmonte y despalde (A04)	Abundancia de fauna (C18)
PC-18	Desmonte y despalde (A04)	Fragmentación (C19)
PC-19	Desmonte y despalde (A04)	Especies de fauna protegidas y endémicas (C20)
PC-45	Construcción de estructuras de concreto e instalación de infraestructura definitiva (A10)	Calidad visual (C23)
PC-47	Puesta en servicio (A12)	Calidad del aire (C01)
OM-04	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal (A14)	Calidad del aire (C01)
OM-07	Operación del motor de combustión Interna y chimenea (A15)	Calidad del aire (C01)
OM-08	Operación del motor de combustión Interna y chimenea (A15)	Confort Acústico (C02)
OM-09	Operación del motor de combustión Interna y chimenea (A15)	Especies de flora protegidas y endémicas (C17)
OM-10	Operación del motor de combustión Interna y chimenea (A15)	Especies de fauna protegidas y endémicas(C20)
OM-11	Operación del motor de combustión Interna y chimenea (A15)	Calidad visual (C24)
OM-13	Operación del motor de combustión Interna y chimenea (A15)	Salud (C26)
OM-14	Operación de instalaciones eléctricas y sistemas auxiliares (A16)	Calidad del aire (C01)
OM-24	Almacenamiento de combustible (A20)	Calidad del aire (C01)

ACUMULATIVOS			286 CCI Baja California Sur V																
ACTIVIDAD	Componente Ambiental	IMPACTO	OM-24	OM-14	OM-13	OM-11	OM-10	OM-09	OM-08	OM-07	OM-04	PC-47	PC-45	PC-19	PC-18	PC-17	PC-16	PC-15	PC-14
DESMONTE Y DESPALME (A04)	Cobertura de vegetación (C15)	PC-14	NA	NA	NA	1	NA	1	NA	1	NA	NA	NA	1	1	1	1	1	
DESMONTE Y DESPALME (A04)	Fragmentación (C16)	PC-15	NA	NA	NA	1	NA	1	NA	NA	NA	NA	1	1	1	1	1		
DESMONTE Y DESPALME (A04)	Especies de flora protegidas y endémicas (C17)	PC-16	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	1	NA	NA	NA	1	1	1			
DESMONTE Y DESPALME (A04)	Abundancia de fauna (C18)	PC-17	NA	NA	NA	NA	1	NA	1	1	NA	NA	NA	1	1				
DESMONTE Y DESPALME (A04)	Fragmentación (C19)	PC-18	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	1	1					
DESMONTE Y DESPALME (A04)	Especies de fauna protegidas y endémicas (C20)	PC-19	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	1	NA	NA	NA						
CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO E INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEFINITIVA (A10)	Calidad visual (C23)	PC-45	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	1	NA	1							
PUESTA EN SERVICIO (A12)	Calidad del aire (C01)	PC-47	1	1	1	NA	NA	NA	NA	1	1								
TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL (A14)	Calidad del aire (C01)	OM-04	1	1	1	NA	NA	NA	NA	1									
OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA (A15)	Calidad del aire (C01)	OM-07	1	1	1	NA	NA	NA	NA										
OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA (A15)	Confort Acústico (C02)	OM-08	NA	NA	1	NA	NA	NA											
OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA (A15)	Especies de flora protegidas y endémicas (C17)	OM-09	NA	NA	NA	NA	NA												
OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA (A15)	Especies de fauna protegidas y endémicas(C20)	OM-10	NA	NA	NA	NA													
OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA (A15)	Calidad visual (C24)	OM-11	NA	NA	NA														
OPERACIÓN DEL GENERADOR Y CHIMENEA (A15)	Salud (C26)	OM-13	1	1															
OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES (A16)	Calidad del aire (C01)	OM-14	1																
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE (A20)	Calidad del aire (C01)	OM-24																	

Figura. V.17. Matriz de Interacción de impactos acumulativos (NA= No Aplica).

Los diferentes tipos de interacciones de acumulación identificadas en la Matriz de la **Figura V.17**, se describen a continuación:

1. La relación de acumulación entre el impacto PC-14 y los impactos semejantes PC-15, PC-16, PC-17, PC-18 y PC-19 radica en que la pérdida de cobertura de vegetación por el desmonte y despalde puede incrementar y acelerar la fragmentación, la disminución de la abundancia de fauna, y de especies protegidas y endémicas de flora y fauna.

1. La acumulación entre el impacto PC-14, PC-15, PC-16, PC-17 y PC-18 y los impactos OM-10, OM-11, OM-09 y OM-07, radica en que la pérdida de cobertura de vegetación por el desmonte y despalde contribuye a disminuir la calidad visual y la calidad del aire y se suma la afectación de las mismas por la operación del Motor de combustión interna y chimenea (pluma de emisiones) y a acelerar la fragmentación, la disminución de la abundancia de fauna, y de especies protegidas y endémicas de flora y fauna.

2. La acumulación de los impactos PC-45, PC-47 y OM-07 radica en el detrimento de la Calidad visual por el cambio en la calidad del aire como consecuencia de la presencia de la pluma de emisiones a la atmósfera.

Como resultado de este análisis, se observa que existe un total de 17 impactos ambientales acumulativos con 49 interacciones de acumulación entre ellos.

A su vez todos estos impactos se acumulan con los similares ocasionados durante la construcción y la operación de las otras centrales eléctricas de la zona (**Tabla V.18**).

Sin embargo, con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas, tales como el Sistema de Control de Emisiones a la Atmósfera y el uso de combustóleo y diesel con 2% de azufre, las concentraciones de las emisiones se mantendrán por debajo del umbral establecido por las normas correspondientes.

Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla V.18. Proyectos eléctricos promovidos en la región. En el predio del Proyecto denominado San Francisco.

		Proyecto	Características				Emisiones y umbrales NOM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
			Superficie Ha	Capacidad MW	Udades	Combustible	NOx 1 h	NO ₂ 24 h	SO ₂ 24 H	SO ₂ Anual	PM10 24 H	PM10 Anual
							395		341	79	150	50
		SUMA TOTALES	63,27	200.5	10	Combustóleo y Diesel						
6		(Proyecto) * 286 CCI Baja California Sur V	5,1	43	2	Combustóleo y Diesel	337,29		238,98	54,34	30,41	6,91
5	CCI Baja California Sur	235 CCI Baja California Sur IV (en construcción)	7,8	43	2	Combustóleo y Diesel						
4		236 CCI Baja California Sur III	2,6	43	2	Combustóleo y Diesel	176,7	132,5	171,5		10,9	
3		107 CCI Baja California Sur II,	1,97	36	2	Combustóleo y Diesel	141,4		116,5		9,12	
		48 CCI Baja California Sur I	19,2	37,5	2	Combustóleo y Diesel	373,71		48,49	4,07	3,79	
2		Acueducto, p/conducir 4,8 l/s de agua tratada. Combustoleoducto y Camino de acceso	26,29									
		Concentración de fondo en La Paz BCS En 2001					58,3		117,9		94	
1		Punta Prieta										

Fuente: SEMARNAT, 2009

*Estudio de simulación de la dispersión de emisiones a la atmósfera (**Anexo 9**).

V.7 CONCLUSIONES

Como se puede observar en la **Tabla V.19**, la mayoría de los impactos son insignificantes o tienen una significancia moderada o baja y se presentarán principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. No se presentarán impactos negativos muy altos (críticos).

Tabla V.19. Resumen de impactos del Proyecto.

ETAPA		Insignificantes 0.01-0.25		Moderados 0.26-0.50		Altos 0.51-0.75		Muy altos 0.76-1.0		TOTALES		
		-	+	-	+	-	+	-	+		-	+
Preparación y Construcción	PC	26	1	11	5	5	0	0	0	48	42	6
Operación y mantenimiento	OM	8	0	9	6	7	3	0	2	35	24	11
Abandono y Restauración	AR	5	6	5	1	0	2	0	0	19	10	9
TOTAL		39	7	25	12	12	5	0	2	102	76	26

Los impactos más relevantes se describen a continuación:

Negativos

Sobre la vegetación y la fauna terrestres. El impacto más significativo durante la preparación del sitio y construcción, será por el desmonte de la vegetación existente en el predio del Proyecto, que se acumula con la dada para la zona por la construcción de las centrales y por la presencia de especies en la NOM-059, así como indirectamente sobre la fauna que tiene su hábitat en esta vegetación. Sin embargo se tiene contemplado un programa de rescate y reubicación de los individuos vegetales de las especies enlistadas en la NOM 059 presentes en el predio del Proyecto, así como de la fauna asociada.

Este impacto tiene una significancia alta debido a que se trata de especies que además de estar en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son endémicas de la región y el impacto es acumulativo por los desmontes dados en la zona en los últimos años (libramiento, acueducto, combustoleoducto, Centrales BCS I, II, III y IV). Aún con el programa de rescate y reubicación, como medida de mitigación, no se logra un 100 % de supervivencia .

Sobre la calidad del aire. La calidad actual del aire tendrá algunas variaciones por la emisión de Óxidos de Nitrógeno (NO₂), Bióxido de Azufre (SO₂) y Partículas durante la

Operación de esta Central. El impacto, derivado de las variaciones de las concentraciones actuales, está considerado como significativo, principalmente por la duración de la actividad, que prácticamente será permanente y porque éstas emisiones se sumarán a las emisiones de las 3 unidades de la CCI Baja California Sur actualmente en operación; y a las de la futura 235 CCI Baja California Sur IV. Además para poder mantener las concentraciones de las emisiones bajo el umbral de las normas pertinentes, se tendrá que cuidar que el sistema de control de contaminantes opere con un nivel de eficiencia del 50 al 85% y utilizando combustóleo con un máximo de porcentaje de azufre del 2%. Si estas condiciones se cumplen, las concentraciones disminuirán sustancialmente y las concentraciones máximas serán puntuales y ocurrirán en zonas despobladas, que no están contempladas en el Plan de Desarrollo Municipal como áreas de reservas de crecimiento urbano, (Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera, **Anexo 9**).

La operación de la CCI Baja California Sur V provocará un impacto acumulativo, sinérgico y residual en la calidad del aire de la zona de estudio.

Positivos

Sobre el factor socioeconómico. El impacto más significativo es durante la Operación y mantenimiento, es positivo y está dado por la satisfacción de la creciente demanda de energía, dada por el desarrollo económico que se ha venido dando en los últimos años principalmente en la zona sur del estado. Al no estar conectado a la red del sistema nacional para satisfacer esta demanda, en Baja California Sur, el suministro de energía depende únicamente de los sistemas aislados existentes y considerando que la energía eléctrica es un insumo fundamental del desarrollo, la operación de esta Central viene a fortalecer las actividades productivas y la calidad de vida de los habitantes no sólo de la zona de estudio sino del sur del Estado. Este impacto tiene una significancia Muy Alta.

Visualmente el proyecto tendrá un efecto leve, pero acumulativo ya que será instalado en una zona que ya está modificada, y donde ya existe una pluma de emisiones a la atmósfera (dada por las actuales centrales en operación), sin embargo el uso del suelo designado para esa zona es el de equipamiento e infraestructura.

La principal modificación será dada por el desmonte de 5, ha de vegetación de matorral xerófilo con presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001, tanto vegetales como

animales. Y que es acumulativo a los desmontes realizados en el pasado para las otras centrales en la zona.

La calidad del aire tendrá algunas variaciones, derivadas de la emisión de Óxidos de Nitrógeno (NO_2), Bióxido de Azufre (SO_2) y Partículas en la etapa de operación de la Central, las cuales se sumarán a las emisiones actuales.

Sin embargo, según el Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera (**Anexo 9**), la calidad del aire en la región se mantendrá dentro de los límites que garantizan la protección a la salud de la población, siempre y cuando se cumpla con la eficiencia del 50 al 85 % del sistema de control de contaminantes que esta nueva central tendrá, y la utilización de combustóleo de no más de 2% de contenido de azufre.

Las concentraciones máximas serán puntuales y ocurrirán en zonas despobladas, que no están contempladas en el Plan de Desarrollo Municipal como áreas de reservas de crecimiento urbano.

La modificación positiva principal se dará por la operación de este proyecto y es la generación y suministro de energía eléctrica, ya que favorecerá el desarrollo económico de las comunidades y la calidad de vida de los habitantes de la región sur del Estado.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

A partir de la identificación y evaluación de impactos realizada en el capítulo anterior, se seleccionaron los impactos negativos y significativos como base para la creación de las medidas correspondientes para prevenir, atenuar y/o compensar las actividades que pretende llevar a cabo el Proyecto.

Se considera que la implementación de estas medidas puede englobar en su totalidad a los impactos negativos significativos y los NO significativos y apoyará al mantenimiento de los impactos positivos que el Proyecto provocará en la región.

VI.1 Clasificación de las medidas de mitigación

Las medidas de mitigación que se clasifican en:

- a) Preventivas.- Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, que evitan la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnologías, procesos, diseño, etc.).
- b) Mitigación.- Conjunto de acciones propuestas dirigidas a reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.
- c) Compensación.- Conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales inevitables o irreversibles, con acciones que no evitan la aparición del efecto ni lo anulan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor (reforestación, pago por contaminar, etc.).

Las Líneas estratégicas buscarán la mitigación de cierto tipo de impactos acumulativos, o en ciertas zonas de la región, agrupados de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas y que se incluyen en un Programa de Manejo Ambiental.

VI.2 Programa de Manejo Ambiental

En el Programa de Manejo Ambiental (PMA) es donde se proponen las estrategias y se programan las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o

compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V en cada fase y etapa de su desarrollo, incluyendo la de abandono.

Los impactos identificados como significativos son aquellos que obtuvieron una puntuación de >25 en el Capítulo V, los cuales se mencionan en la **Tabla VI.1** en donde se incluyen las medidas generales de mitigación propuestas.

Objetivo general:

El objetivo principal del Programa de Manejo Ambiental es el lograr la conservación del entorno ambiental durante las diferentes etapas del Proyecto de la mejor manera posible, así como establecer un conjunto de medidas necesarias para la mitigación, compensación y prevención de los efectos adversos (críticos y severos), causados por las actividades del Proyecto sobre los elementos ambientales, según identificación y valoración efectuadas en el capítulo anterior, así como las recomendaciones para el control, seguimiento y mejoramiento de dichos efectos.

El Programa de Manejo Ambiental consiste en 8 planes o subprogramas que se enlistan a continuación y cuyo cronograma se presenta en la **Tabla VI.2**.

1. Medidas de Ubicación y de Diseño.
2. Procedimientos de Construcción y Operaciones.
3. Programa de rescate y reubicación de especies de Flora y Fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
4. Programa de Manejo de residuos.
5. Programa Monitoreo.
6. Planes de Contingencia y Respuesta de Emergencia.
7. Medidas Socioeconómicas.
8. Compensación por Pérdidas o Daños.

Tabla VI.1. Impactos Acumulativos y Residuales del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V.

Impactos Acumulativos y Residuales de la 286 CCI Baja California Sur V				CLAVE DE IMPACTO	IMPACTO	Medida de mitigación	SIGNIFICANCIA	MEDIDA DE PREVENCIÓN	MEDIDA DE MITIGACIÓN	MEDIDA DE COMPENSACIÓN
ACTIVIDAD		Componente Ambiental		PC	I _{ij}	T _{ij}	G _j			
A04	DESMONTE Y DESPALME	C15	Cobertura de vegetación	PC-14	0.70	0.00	-0.70	Planear con cuidado y anticipación las zonas que requieren estar libres de vegetación para evitar exceder el área desmontada. Antes del inicio del desmonte y despalme, se verificará si en la zona de desmonte y despalme se presenta alguna especie bajo NOM-059-SEMARNAT-2001 y endémicas. Sensibilizar al personal involucrado en las tareas de desmonte, en la fragilidad y el cuidado de la fauna, en especial con las especies que se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	PLAN DE RESCATE Y MANEJO DE FLORA FAUNA - Rescate y trasplante de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2001 - Ahuyentamiento de fauna de mediana y rápida movilidad - Rescate y reubicación de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2001	Creación de un jardín o reforestación
		C16	Fragmentación	PC-15	0.70	0.00	-0.70			
		C17	Especies de flora protegidas y endémicas	PC-16	0.73	3.00	-0.49			
		C18	Abundancia de fauna	PC-17	0.52	0.00	-0.52			
		C19	Fragmentación	PC-18	0.56	0.00	-0.56			
C20	Especies de fauna protegidas y endémicas	PC-19	0.56	3.00	-0.37					
A10	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO E INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEFINITIVA	C23	Calidad visual	PC-45	0.55	0.00	-0.55		Se construirá en un predio aledaño al que ocupa actualmente la central Baja California Sur y la V, aprovechando el acueducto, combustoleoducto, subestación, suministro de energía eléctrica y camino de acceso existente. El uso del suelo designado para esa zona es el de equipamiento e infraestructura	
A12	PUESTA EN SERVICIO	C01	Calidad del aire	PC-47	0.45	0.00	-0.45			
A14	TRANSPORTE DE INSUMOS, EQUIPO, MATERIALES Y PERSONAL	C01	Calidad del aire	OM-04	0.35	0.00	-0.35	El material que se transporte en camiones deberá estar cubierto con lonas para evitar la dispersión de partículas. Todo el material de suelo removido o acumulado, deberá ser estabilizado mediante riego o cubierto para evitar su dispersión.		
A15	OPERACIÓN DEL GENERADOR (MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA) Y CHIMENEA	C01	Calidad del aire	OM-07	0.84	2.00	-0.65	Se hará un monitoreo continuo de la calidad del aire para mantener los niveles de NOx, SO2, PM10 y Ozono por debajo de los límites establecidos en las normas correspondientes. Adicionalmente se monitorearán las emisiones en cuanto a Nox, SO2, Partículas y NH3.	Se utilizará combustóleo con un porcentaje del 2 % de azufre. El Sistema de SCR estará operando con una eficiencia del 85 % en dos de las unidades y por lo menos al 50 % en la otra unidad	
		C02	Confort Acústico	OM-08	0.59	0.00	-0.59	Se cumplirá con la NOM-081-SEMARNAT 1994.Evitando la sobre-exposición de los trabajadores conforme la NOM 011 STPS 1994.		
		C17	Especies de flora protegidas y endémicas	OM-09	0.63	0.00	-0.63			
		C20	Especies de fauna protegidas y endémicas	OM-10	0.63	0.00	-0.63	Se hará un monitoreo continuo para mantener los niveles de NOx, SO2 y PM10 por debajo de los límites establecidos en las normas correspondientes Se mantendrá la operación de la estación meteorológica que registra los parámetros necesarios para poder correlacionar las emisiones de la chimenea con las condiciones atmosféricas.	Integrar un inventario de emisiones, contar con sistemas de monitoreo continuo (on line) de las mismas y remitir a la autoridad los registros en los periodos determinados por el artículo 21 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera.	
		C24	Calidad visual	OM-11	0.59	0.00	-0.59	• Se mantendrá la operación de la red de monitoreo de la calidad del aire para NOx, SO2, PM10 y Ozono, para conocer las tendencias de la calidad del aire y verificar que se encuentre dentro de los límites establecidos por las normas correspondientes.	Funcionamiento optimo del Sistema de Control de Emisiones	
		C26	Salud	OM-13	0.66	0.00	-0.66			
A16	OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMAS AUXILIARES	C01	Calidad del aire	OM-14	0.41	0.00	-0.41	Se hará un monitoreo continuo para mantener los niveles de NOx, SOx y PM10 por debajo de los límites establecidos en las normas correspondientes		
				Residuales						
				RANGO DE SIGNIFICANCIA						
				Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto			
				0-0,25	0,26-0,49	0,50-0,75	0,76 -1			

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

Planeación	PLAN			1. MEDIDAS DE UBICACIÓN Y DE DISEÑO
	ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
	PC	OM	AR	
X				Estas medidas están incluidas en el diseño de la planta y se describen con detenimiento en el capítulo II. Ubicación Con el fin de minimizar los impactos sobre un sitio dado por la ubicación de una central termoeléctrica, La central 286 CCI Baja California Sur V se construirá en el sitio “San Francisco” en un predio aledaño al que ocupan actualmente las centrales: CCI Baja California Sur (3 unidades en operación) y la 235 CCI Baja California Sur IV (en construcción), para aprovechar la infraestructura existente desarrollada para las mismas, tales como; acueducto, combustoleoducto, subestación, suministro de energía eléctrica, así como camino de acceso. El uso del suelo designado para esa zona es el de equipamiento e infraestructura.
X				Diseño Para garantizar que los niveles de emisión de NO₂, SO₂ y Partículas, se mantengan dentro de los límites establecidos por las normas, se utilizará Combustóleo con menos de 2% de azufre y un Sistema de Control de Emisiones a la Atmósfera operando con eficiencia del 50 al 85 %. Dada la escasez de agua en la zona, la necesaria para las oficinas y servicios generales de la Central, se obtendrá (por medio del acueducto existente) de la CT Punta Prieta, la cual cuenta con un sistema de evaporadoras y condiciones particulares de descarga establecidas mediante el título de concesión 01BCS100403/06FMGC03.

PLAN			2. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIONES
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
X	X	X	Calidad del aire Debido a que en el Estado de Baja California Sur no existe el programa de verificación vehicular, todos los vehículos automotores que se empleen deberán cumplir con un mantenimiento periódico correspondiente a vehículos, equipo y maquinaria que participará en la construcción y operación del Proyecto, con objeto de estar en condiciones de cumplir con las normas: - NOM-041-SEMARNAT. 2006. Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina. - NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Vehículos y Maquinaria - Al inicio de las actividades deberá estructurarse el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y maquinaria. - Realizar y verificar que el programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria (afinación) se ejecute. - Establecer un programa de mantenimiento para los vehículos con la finalidad de minimizar sus emisiones y optimizar el uso de combustible. - Cada unidad o equipo deberá contar con una bitácora de servicio en la cual conste se cumpla con esta disposición En cuanto a las emisiones de ruido, deberán mantenerse dentro de los límites establecidos por la NOM-081-ECOL-1994 evitando la sobre-exposición de los trabajadores conforme la NOM-011-STPS-1994. Adicionalmente se deberá considerar: - El material que se transporte en camiones deberá estar cubierto con lonas para evitar la dispersión de partículas. - Todo el material de suelo removido o acumulado, deberá ser estabilizado mediante riego o cubierto para evitar su dispersión.

PLAN			3. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
x			Rescate y reubicación de Flora 1. Se Instrumentará el programa de rescate de flora declarado en el Capítulo II. 2. Previo al desmonte se deberá delimitar el área autorizada en el cambio de uso de suelo (5,69 ha). 3. Se deberá contratar personal especializado en la identificación, manejo y trasplante de flora (De preferencia Biólogo, Agrónomo, Ing. Forestal, o carrera afín) y con experiencia demostrable en este tipo de proyectos y tipo de vegetación. 4. Previo al desmonte se deberá seleccionar un sitio de ubicación de las plantas, con las mismas características ecológicas. 5. Se deberá construir un centro de acopio para el resguardo de las plantas mientras se cicatrizan o llega el momento del trasplante, con las siguientes características: área 10 x 20 m, armado con barrote de 4x4 pulgadas, cubierto con malla-sombra. 6. Previo a las actividades de desmonte, el experto técnico marcará los individuos con una etiqueta de aluminio o cualquier material resistente, asignándoles una clave alfanumérica para su posterior seguimiento 7. Se deberán rescatar la cantidad de individuos de <i>Ferocactus peninsulæ var townsendianus</i>, registradas en el predio del Proyecto (5,69 ha), indicadas en el Procedimiento de Rescate. 8. Se deberá rescatar individuos de las especies endémicas a Baja California Sur: Ciruelo <i>Cyrtocarpa edulis</i> y el Copal <i>Bursera filicifolia</i>. Las cactáceas: viejitos <i>Mammillaria aff capensis</i>, <i>M. dioica</i>, <i>M. poselgeri</i>, cardón <i>Pachycereus pringlei</i> y pitaya dulce <i>Stenocereus thurberi</i>. 9. Para garantizar el éxito en el rescate de las especies endémicas a Baja California Sur se deberán seguir las siguientes recomendaciones: • Todos los individuos deberán ser individuos jóvenes. • Se deberán extraer individuos completos (extracción con cepellón) procurando que la remoción sea entre mayo-junio, para que sean trasplantadas antes de la época de lluvia (agosto). • Los cardones deberán ser individuos de máximo 2,5 m de altura y de preferencia de un solo brazo. Las leñosas podrán ser podados para facilitar su manejo • Se deberán extraer primero las plantas suculentas (mamilarias y cactáceas menores) y al final las semi-leñosas y cactáceas mayores. • El material de relleno deberá ser una mezcla del suelo original y el material picado o triturado de la vegetación desmontada que no fue incorporada a este Programa. • Se requiere la aplicación de fungicidas (sulfato de cobre, captán o phyton y productos que estimulen y aceleren el desarrollo de raíces (Radix y raizone plus). 10. Se deberá seguir un Programa de Monitoreo y Seguimiento que permita tomar las medidas necesarias para asegurar la sobrevivencia de las plantas.como se menciona en el Programa No. 5

PLAN			3. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
X			Rescate y reubicación de Fauna 1. Se instrumentará el programa de rescate de fauna declarado en el Capítulo II, 2. Se deberá contratar personal especializado en la identificación y manejo de fauna. 3. Las estrategias de rescate deberán estar enfocadas a la protección de individuos de ámbito hogareño pequeño/baja movilidad, rescate y reubicación de organismos de baja movilidad y educación ambiental. 4. la técnica de captura y reubicación estará enfocado a la herpetofauna. De esta se deberán rescatar las especies incluidas en la NOM-059 <i>Bipes biporus</i>, <i>Masticophis flagellum</i>, <i>Chilomeniscus stramineus</i>, <i>Crotalus ruber</i>, <i>C. enyo</i> y <i>C. mitchelli</i>. 5. Se deberá coordinar con las autoridades correspondientes (PROFEPA) los sitios y fecha de liberación de la fauna capturada. 6. Los técnicos responsables del rescate de fauna estarán presentes durante el desmonte, a fin de recuperar especímenes de <i>Bipes biporus</i>. 7. Se deberá instrumentar un programa de educación ambiental, dirigido a los trabajadores, sobre especies de fauna y medidas de seguridad en su manejo.

PLAN			4. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
x	x	x	Residuos Sólidos No Peligrosos • Convenir con la autoridad municipal el sitio de disposición final, incluidos los residuos de construcción. • Contactar con un recolector de residuos autorizado. Si se decide hacer la transportación en vehículos de la misma empresa, éstos deberán ser aprobados por el municipio. • Colocar contenedores en sitios estratégicos dentro del predio del Proyecto. Éstos deberán estar debidamente etiquetados, indicando que tipo de residuos contiene. • Instrumentar un subprograma de reducción, separación, reciclaje y reutilización de residuos. • Llevar bitácora de la estimación de generación de residuos y las boletas de ingreso al sitio de disposición. • Mediante brigadas de limpieza, realizar labores de recolección de residuos que hayan sido dispersados por el viento. Esta acción durante la preparación del sitio y construcción deberá ser preferentemente al concluir la jornada. • Informar y capacitar a los trabajadores del programa de Manejo de Residuos.
x			Residuos Peligrosos Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el contratista será responsable del manejo y destino final de los residuos peligrosos. Por lo que deberá tener un programa o plan con al menos los siguientes puntos: • Registrarse como generador de residuos peligrosos. • Destinar un área específica para el almacenamiento temporal de residuos. Ésta deberá cumplir con los requerimientos de la regulación al respecto. • Los residuos de aceite y combustóleo, aceites residuales, solventes, pinturas, estopas o trapos impregnados con ellos, son considerados peligrosos y se deben manejar como tales. • Deberá contratar los servicios de un recolector, disposición final o reciclador de estos residuos, autorizado por la SEMARNAT. • Deberá generar una bitácora que permita verificar fácilmente generación y disposición final de los residuos peligrosos.

PLAN			4. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
	X	X	Residuos Peligrosos Durante la operación de la Central es responsabilidad de CFE la instrumentación de este Programa y desarrollará las siguientes actividades: • Destinar un área específica y construir un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con lo que establece el Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos. • Contratar un proveedor del servicio de transportación hacia el sitio de confinamiento final debidamente autorizado por la SEMARNAT y SCT. • Contratar los servicios de un recolector, disposición final o reciclador de estos residuos, autorizado por la SEMARNAT. • Ubicar el destino final de los residuos peligrosos. • Manejar los residuos, materiales y sustancias peligrosas de acuerdo con sus características y conforme requiere la normatividad respectiva. Incluyendo las cenizas provenientes del proceso de incineración de residuo de aceite y combustóleo. • Deberá generar una bitácora que permita verificar fácilmente generación y disposición final de los residuos peligrosos. • Conformar el expediente que ampare los embarques y destino final de los residuos. • Adquisición de equipo y materiales propios para control y manejo de derrames. • Capacitar al personal en el manejo de residuos peligrosos y el control de derrames. • Favorecer el reciclaje y reutilización de residuos.

PLAN			5. PROGRAMAS DE MONITOREO
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
X	X	X	Programa de Monitoreo y Seguimiento del Rescate de la vegetación Se hará un seguimiento del éxito de los individuos de vegetación rescatados, que permita tomar las medidas necesarias para asegurar la sobrevivencia de los mismos. Se deberá llevar un registro periódico (mensual) de: • El número de Plantas vivas • Estado de desarrollo de las plantas • Estado sanitario de las plantas vivas • Porcentaje de sobrevivencia
	X		Monitoreo de la calidad del aire • Instalar y calibrar los equipos de monitoreo continuo de emisión de NO₂, SO₂ y partículas • Instrumentar y actualizar una base de datos para el registro de lecturas de emisión de NO₂, SO₂ y partículas. • Las lecturas de NO₂, SO₂ y partículas, indicarán ajustes en los equipos o en la calidad del combustible. • Continuar el programa de medición continua de calidad de aire del área de estudio. • Mantener la operación de la red de monitoreo de la calidad del aire para NO₂, SO₂, PM₁₀ y Ozono, para conocer las tendencias de la calidad del aire y verificar que se encuentre dentro de los límites establecidos por las normas siguientes: ○ NOM-022-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al Bióxido de Azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de Bióxido de Azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. ○ NOM-023-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al Bióxido de Nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de Bióxido de Nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. ○ NOM-025-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 µ (PM₁₀) Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 µ (PM₁₀) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. ○ NOM-020-SSA1-1993. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de

PLAN			5. PROGRAMAS DE MONITOREO
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
			ozono (O3) de la calidad del aire ambiente. Criterio para evaluar la calidad del aire. • Mantener la operación de la estación meteorológica que registre todos los parámetros necesarios para poder correlacionar las emisiones de la chimenea con las condiciones atmosféricas • Disponer de software para modelar en cualquier momento el comportamiento de la pluma de emisión. • Deberá llevarse una bitácora de mantenimiento y calibración de equipos generadores de NO₂, SO₂ y partículas. • Elaborar informes con la periodicidad que la autoridad solicite.
	X		Monitoreo y mantenimiento Sistema de Control de Emisiones (SCR) 1. Cambio de válvulas y filtros de (los) tanque(s) y líneas de conducción de amoníaco acuoso. 2. Reemplazo y/o limpieza de las celdas con catalizador 3. Radiografiado de Tanque(s) de almacenamiento de amoníaco acuoso. 4. Mantenimiento a los instrumentos de alarma y medición del SCR. 5. Aplicación de recubrimiento y protección anticorrosiva al tanque de almacenamiento de amoníaco acuoso
	X		Monitoreo de agua marina Aunque los resultados del modelo de simulación del efecto producido por la descarga de salmuera al medio marino, previamente diluida en el canal de descarga de la CT Punta, indican que no habrá impactos significativos en el ecosistema marino, con base al principio de Precaución y para verificar este hecho, se deberá implementar un programa de monitoreo de la calidad del agua marina, con énfasis en el parámetro salinidad.

PLAN			6. PLANES DE CONTINGENCIA Y RESPUESTA DE EMERGENCIA
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
	X		Programa de Prevención y Manejo de Contingencias Derrame accidental de Amoniaco Considerando que un posible derrame de solución de hidróxido de amonio, puede liberar cantidades significativas de amoniaco gaseoso y formar una nube tóxica, se incluyen las medidas preventivas que resultaron del estudio de riesgo realizado para la operación de la 286 CCI Baja California Sur V, en un programa riguroso de mantenimiento preventivo que considerará: a) Revisión periódica del sello de todas las bridas de la instalación del (los) tanque(s) de hidróxido de amonio. b) Verificación de condiciones en que se encuentran las paredes del (los) tanque(s) que contiene el hidróxido de amonio y de espesor de tuberías c) Procedimientos de seguridad implícitos en los procedimientos de mantenimiento, seguidos por capacitación y auditorias. • Deberá asegurarse que cuenta con procedimiento, equipo necesario y materiales para el control de este tipo de derrames (lonas, material espumante, material absorbente para cubrir el derrame y disminuir la tasa de evaporación. • Adicionalmente al anillo doble de contención se sugiere construir una fosa de contención secundaria como aljibe, bajo el suelo y techada, para evitar la liberación de amoniaco a partir de un derrame masivo del tanque de almacenamiento.
	X		En caso de derrame de solución de hidróxido de amonio, el Estudio de Riesgo indica que la nube tóxica formará dos zonas de riesgo. • Una con un radio de 208 metros viento abajo del punto del derrame, en la que la concentración será mayor al IDLH (niveles de concentración con riesgo para la vida). • La segunda zona, alcanzará valores iguales o mayores al TLV8 no considerado de riesgo para la vida, tendrá una influencia de hasta de 1 100 m viento abajo, es decir fuera del límite de propiedad de la 235 CCI BCS IV. Por lo anterior se deberá: • Implementar un programa de Prevención y Manejo de Contingencias que considere procedimientos para la detección, atención y respuesta a derrames de hidróxido de amonio. • Señalizar la zona de riesgo para la vida, para que únicamente el personal de atención de emergencia, debidamente equipado, acceda a ésta.

PLAN			6. PLANES DE CONTINGENCIA Y RESPUESTA DE EMERGENCIA
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
X	X	X	Derrame accidental de combustibles, aceites o residuos peligrosos a) Los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo y maquinaria se deberán realizar en talleres ubicados en la Ciudad de La Paz. b) El almacenamiento de combustibles durante construcción se deberá realizar bajo techo y con las previsiones para evitar la contaminación de suelo. c) La carga de combustible, cambios de aceites lubricantes y reparaciones menores de equipo deben realizarse en sitios destinados específicamente para ello, con condiciones adecuadas de impermeabilidad del suelo y con un sistema colector de derrames. d) Los residuos, los productos recuperados de cualquier derrame y los materiales contaminados con ellos deberán ser almacenados, manejados y dispuesto conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Previsión y Gestión Integral de los Residuos (Artículos 2, Fracción XIV; 6, 15, fracción II, y 24) y las normas oficiales respectivas (NOM-053-SEMARNAT-1993, NOM-054-SEMARNAT-1993, NOM-007-SCT2-1994, NOM-028-SCT2-1998, NOM-032-SCT2-1995).

PLAN			7. MEDIDAS SOCIOECONÓMICAS
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
X	X	X	Difusión y Capacitación Ambiental Establecer un Programa de educación ambiental, dirigido a los trabajadores, sobre especies de fauna y medidas de seguridad en su manejo. Informar y capacitar a los trabajadores del programa de Manejo de Residuos. Establecimiento del Comité de Coordinación para Contingencias Ambientales y de Brigadas. • Relación de simulacros. • Relación de cursos de capacitación de brigadas impartidos y de simulacros realizados. • El Proyecto contará con un programa interno de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente y/o refuerce los fines de los demás programas.

PLAN			8. COMPENSACIÓN POR PÉRDIDAS O DAÑOS
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AR	
X	X	X	Reforestación o creación de un jardín botánico Se deberá crear un jardín botánico o contribuir con alguno ya establecido en alguna entidad de la región (empresa, escuela, asociación, etc.), con el fin de ubicar definitivamente a los individuos de vegetación obtenidos durante el Programa de Rescate de Flora (Programa No. 3) El objetivo principal de un Jardín Botánico es contribuir al conocimiento y conservación de los ecosistemas y elementos representativos de la flora local, además de contribuir con la mitigación de los impactos ambientales negativos generados sobre la vegetación y poblaciones de especies en algún estatus y endémicas, durante el desarrollo del proyecto. El jardín botánico está asociado además a otro proyecto de mitigación ambiental, el de rescate de vegetación que se desarrollará durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Tabla VI.2. Cronograma general de las medidas de prevención y mitigación del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PROGRAMAS	Actividad		Preparación del sitio											Operación y mantenimiento										Abandono		
			Bimestres											Años										Años		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	10	15	20	25	1-3			
1. Medidas de Ubicación y de Diseño	Diseño																									
2. Procedimientos de Construcción y Operaciones	Mantenimiento de vehículos, equipo y maquinaria																									
3. Programa de rescate y reubicación de especies de Flora y Fauna en la NOM-059	Rescate de Flora																									
	Rescate de Fauna																									
4 Programa de Manejo de residuos	Manejo de Residuos																									
5. Programa Monitoreo	Monitoreo del Rescate																									
	Monitoreo de la calidad del aire																									
	Monitoreo y mantenimiento Sistema de control de emisiones (SCR)																									
	Monitoreo de agua marina																									
6. Planes de Contingencia y Respuesta de Emergencia	Programa de Prevención y Manejo de Contingencias																									
7. Medidas Socioeconómicas	Difusión y Capacitación Ambiental																									
8. Compensación por Pérdidas o Daños	Reforestación o creación de un jardín																									

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

La implementación del Proyecto se restringirá estrictamente a las obras, actividades y límites autorizados por la SEMARNAT a través del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

En todas sus fases de construcción, operación y mantenimiento el Proyecto contará con un Programa de Seguimiento de la Gestión Ambiental (PSGA) con metas, criterios y estrategias específicas para supervisar, verificar y coordinar el cumplimiento de sus obligaciones ambientales y la observancia de las medidas de prevención, mitigación, compensación y monitoreo ecológico manifestadas.

Se promoverá la integración de los monitoreos comprometidos y obligados por los proyectos 48 CCI Baja California Sur I, 107 CCI Baja California Sur II y la 236 Baja California Sur III que conforman la actual CCI Baja California Sur, y la 235 Baja California Sur IV (en construcción), con la 286 Baja California Sur V, en un sistema único de vigilancia ecológica.

El Proyecto 286 Baja California Sur V funcionará con un contrato y bases de licitación para la construcción que incluirá el compromiso del cumplimiento de los términos, condicionantes y obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT, así como la legislación y normatividad ambiental vigente aplicable.

En todas sus fases de construcción, operación y mantenimiento el Proyecto 286 Baja California Sur V contará con un programa interno de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente y/o refuerce los fines de los demás programas.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este capítulo se realizó un análisis para visualizar el SAR bajo estudio, considerando, la construcción de escenarios con datos georreferenciados; se describen los posibles escenarios futuros del SAR considerando en primer término al escenario sin Proyecto, seguido de otro escenario con Proyecto y finalmente, uno que incluya al Proyecto con sus medidas de mitigación haciendo énfasis en el comportamiento de los factores ambientales identificados en la evaluación de impacto ambiental.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin Proyecto.

A partir del diagnóstico del apartado IV.3, se formuló un escenario para el SAR, sin considerar el Proyecto como variable de cambio. Se trata, por un lado, de definir, aquellos cambios derivados de las tendencias o bien del rompimiento de éstas y, por otro lado, de la suposición de eventos nuevos que pudiesen llevar a plantear situaciones futuras diferentes en cuanto a los elementos ambientales regionales y sus interacciones.

❖ *Escenario sin Proyecto.*

Este escenario describe como se comportaría el SAR, si no se llevaran a cabo las actividades relacionadas con el Proyecto, describiendo el comportamiento de los componentes ambientales identificados en el diagnóstico y en la evaluación de impacto ambiental correspondientes al medio biótico, abiótico y socioeconómico, el grado de conservación o de perturbación existente antes de construir el Proyecto con lo cual se reconoció la tendencia del SAR.

Con el fin de apreciar los cambios en las condiciones actuales y futuras del SAR, se consideraron una serie de *indicadores de cambio*¹ para identificar las tendencias del cambio en el ecosistema en los escenarios mencionados con anterioridad, donde permitan establecer un comparativo del antes y después de la ejecución del Proyecto, permitiendo así comparar los impactos ocasionados por la ejecución del Proyecto. Es importante destacar que los indicadores de cambio se tomaron de acuerdo con los obtenidos en el Capítulo V.

¹ *Indicador de cambio* se define como “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente” (Ramos, 1987), permiten evaluar la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un proyecto y/o desarrollo de una actividad.

Aire

La calidad del aire en el Sistema Ambiental Regional será aceptable, debido a que Baja California Sur no es un estado industrializado, aunque se presenta diversas fuentes de contaminantes a la atmósfera como la generación de energía eléctrica, el tráfico vehicular, actividad de los bancos de material, etc. De acuerdo a los resultados de los monitoreos de la calidad del aire, la presencia de contaminantes en la atmósfera se registrara por debajo de los niveles permitidos por las normas oficiales mexicanas para la protección de la salud de la población (NOM-022-SSA1-2010, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-025-SSA1-1993).

Aunque en el municipio no existe una red de monitoreo de la calidad de aire, es evidente que la alta concentración de polvos por tráfico vehicular y dispersión natural por vientos, se reduce paulatinamente, en la zona urbana del SAR, por efecto de programa de infraestructura urbana, que incluye la pavimentación y restauración de calles, caso diferente en el resto del SAR, la falta de pavimentación en gran cantidad de caminos, el uso de vehículos motorizados sobre dichos caminos y los vientos fuertes genera tolvánas. Extracción, transporte y manejo de materiales de construcción y derivados pétreos (bancos de material).

Las calles sin pavimento, combinadas con una gran cantidad de carros, crean casi diariamente una cubierta de polvo sobre la ciudad de La Paz, BCS. Bashan et al. 2000.

Emisiones de gases de combustión por fuentes fijas que se concentran en la zona suburbana de la Ciudad de la Paz. Existen cuatro dentro del SAR y son las relacionadas con la generación de energía eléctrica: la Central Termoeléctrica Punta Prieta, la CCI Baja California Sur compuesta por tres unidades de generación y a partir de 2014 por una unidad adicional. (**Figura VII.1**).

En el SAR el parque vehicular tiene 5 años o más de uso por lo que se aportan un exceso de carga de contaminantes, sin tener valores exactos.



Figura VII. 1. Pluma de emisiones a la atmosfera proveniente de las unidades de la CCI Baja California Sur.

Ruido

El ruido, aunque no se ha evaluado en todo el SAR, la tendencia es a incrementarse, sin ser significativo, principalmente por no tener planes agresivos para desarrollar infraestructura, así como por las condiciones de los factores físicos como dispersantes y amortiguantes.

Uso de suelo

En el SAR la tasa de cambio de uso de suelo es alta, especialmente en la unidad en la que se localiza el predio del Proyecto donde las políticas particulares de uso de suelo establecidas son para equipamiento y áreas de donación, así que la tendencia será a modificar los espacios naturales, especialmente aquellos ubicados en las colindancias del predio del Proyecto (**Figura VII.2**).

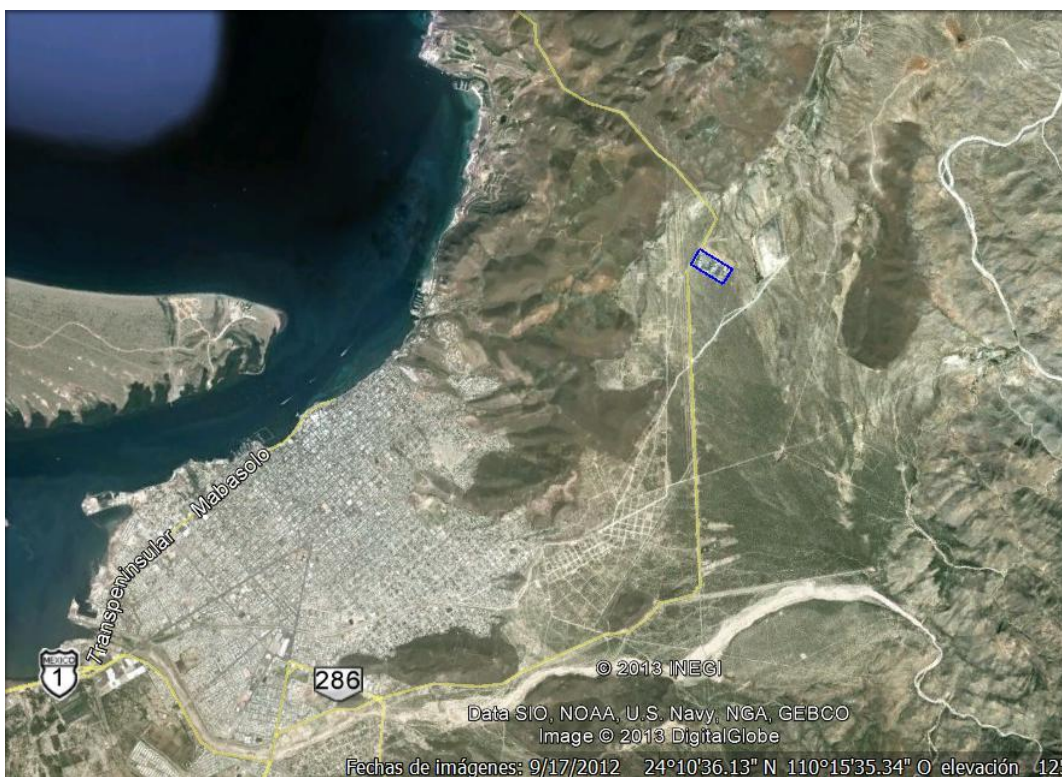
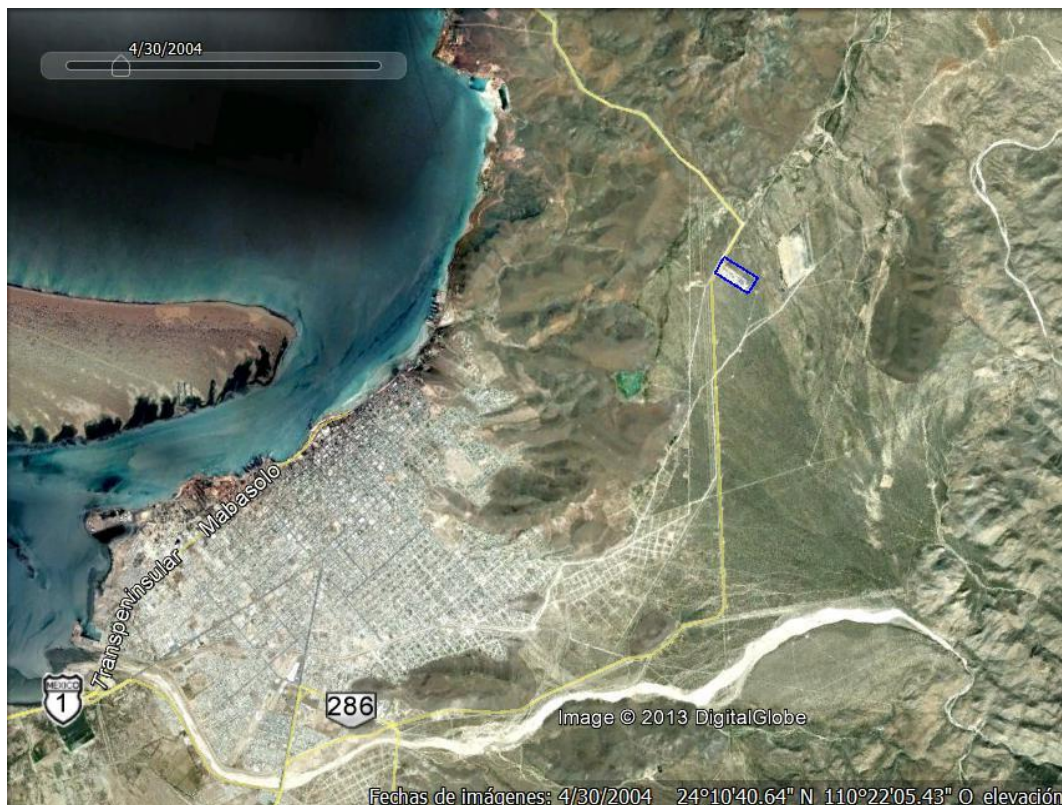


Figura VII.2. Cambio en el uso de suelo 2004-2012.
Perdida de individuos de flora y fauna

Flora

Dentro del SAR la cobertura vegetal estuvo representada principalmente por asociaciones del Matorral xerófilo, con dos tipos de asociaciones: *Jatropha cinerea-Fouquieria diguetii* y *Caesalpinia placida-Echinocereus brandegeei* Presenta un elenco florístico de 138 especies, incluidas en 103 géneros pertenecientes a 46 familias. Un 27,53 % de estos taxa se consideran endémicos de Baja California Sur.

La cobertura de la vegetación se presenta en parches debido a actividades humanas (áreas abiertas para la agricultura y abandonadas, sobrepastoreo, bancos de material, brechas y caminos, infraestructura, etc) y tiende a disminuir, viéndose comprometido el aporte de los servicios ambientales que brinda al SAR como: protección del suelo contra la erosión, protección y/o alimento a gran parte de la fauna, es esencial para el mantenimiento hábitats, ayuda a la regulación del escurrimiento del agua, produce oxígeno, retiene partículas, y es parte de la belleza escénica como parte de la calidad paisajística de la zona. Este componente ambiental, está ligado directamente al comportamiento del cambio de uso de suelo

La fragmentación no es significativa en el SAR, aunque en las zonas pobladas y las que tienen algún uso productivo o degradadas, así como en la zona costera, la fragmentación es alta con niveles de alteración desde fragmentado hasta relictos, como se definió en el apartado IV.2.2.3.1.4 varía en cada una de las unidades de paisaje sin embargo, la tendencia tanto del cambio de uso de suelo forestal, y la eliminación de la cobertura, la fragmentación tiende a incrementarse especialmente en la unidad en donde se encuentra el predio del Proyecto.

Con respecto al elenco florístico y especies bajo protección (ocho especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área de estudio y un total de 21 identificadas en el listado CITES) conforme disminuya la cobertura y se realice el cambio de uso de suelo, habrá más presión sobre las poblaciones de dichas especies. De todas las especies reportadas, solo el *Ferocactus townsendianus* var. *townsendianus* (estatus de amenazada) se encuentra dentro del predio del Proyecto con poblaciones considerables. Así mismo el caso analizado de una población considerable de individuos del género *Mammillaria*, citado como *Mammillaria* sp. que por su distribución, seguramente serán disminuidas sus poblaciones en la cuenca del arroyo El Coyote.

Fauna

En cuanto a la fauna, y el uso del hábitat en el SAR también se verán afectados conforme se reduzca la cobertura vegetal, y se realicen cambios de uso de suelo para aprovechamientos por actividades productivas y vivienda, especialmente en la unidad donde se encuentra predio del Proyecto y en la zona costera.

Existe una alta diversidad de fauna (220 especies) y de endemismos (avifauna 43, mastofauna 42, herpetofauna: 23) sin embargo, debido a las actividades antropogénicas, se han visto desplazadas y su ocurrencia en algunos casos es rara y escasa. Debido a que la cobertura de la vegetación, presenta una tendencia a disminuir, la fauna asociada a la vegetación también, especialmente las especies de fauna consideradas dentro de alguna categoría de riesgo bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 (33).

Las zonas con mayores poblaciones de especies en estatus de protección s encuentran en las unidades menos alteradas, pero que presentan una tendencia a reducirse, por presiones de reducción de hábitat, presentándose el efecto de borde, con afectación a zonas conservadas.

Con respecto al uso de hábitat de la fauna no hay estudios específicos con seguimiento para correlacionar la fenología de la vegetación con respecto al uso que la fauna hace de zonas, específicamente para reproducción, descanso o resguardo. Sin embargo, por las observaciones realizadas en campo, las asociaciones de vegetación con herpetofauna : *Callisaurus draconoides* y *Dipsosaurus dorsalis*-*Jatropha* sp. y *Urosaurus nigricaudus* - *Prosopis* sp.: vegetación con avifauna son importantes para anidación las especies de *Prosopis* sp., la cholla (*Cylindropuntia choya*), cardón (*Pachycereus* sp. usado por carpinteros y aguilillas), palo adán (*Fouquieria* sp), frutilla (*Lycium* sp), el torote (*Bursera* sp) y el lomboy (*Jatropha* sp). Para descanso y forrajeo *Fouquieria* sp

La zona de manglares en el Mogote representa una importante zona de anidación del gallito marino californiano (*Sterna antillarum browni*), así como de *Auriparus flavipes*, *Zenaida asiatica* y *Zenaida macroura* y *Rallus* sp.). Esta zona por su estatus de protegida de acuerdo a la normatividad vigente, presenta una tendencia a permanecer con menor nivel de alteración, aunque indirectamente los procesos de deterioro en los sitios colindantes la afectará Con respecto a mamíferos se presenta la misma tendencia de disminución de hábitat, especialmente la disminución del matorral xerófilo, en donde se encontraron

madrigueras (roedores y algunos carnívoros como el Tejón y la zorra gris) echaderos (camas en el caso de las liebres) de distintas especies.

Esta tendencia afectara a las especies bajo protección (25 reptiles, 28 aves y siete mamíferos). Ya que en el predio del Proyecto no es relevante como zona de reproducción o de distribución de ninguna de las especies de reptiles, aves o mamíferos terrestres, el comportamiento de este componente no se modificaría con el desarrollo del Proyecto.

Medio marino

Con respecto al medio marino, presenta una interfase con el medio terrestre que corresponde a la zona costera. La línea de costa del frente costero en Punta Prieta, B.C.S. ha sido modificada por la construcción de la carretera a Pichilingue, zona de arranque de muelles y para el desarrollo de infraestructura turística y urbana.

En Punta Prieta existe una descarga al medio marino del sistema de enfriamiento de la CT Punta Prieta (más de 30 años en operación), el efluente es llevado a la línea de costa por un canal, para finalmente, por medio de un ducto submarino localizado a 8 m de profundidad, es descargado a 241m de distancia de la línea de costa. En este canal de descarga, son vertidas además las salmueras generadas por las evaporadoras de la CT Punta Prieta y de la CCI Baja California Sur(a partir de 2014 cuatro unidades). Estas salmueras se diluyen con el agua del sistema de enfriamiento de la CT Punta Prieta, incrementándose en 0,03 % la salinidad del agua en el canal de descarga previo su vertido en la Bahía, adicionalmente, en la zona de la Marina Costa Baja existe una descarga de salmuera derivada del proceso de desalinización de la desaladora municipal.

En el SAR no se ha registrado la presencia de especies vegetales acuáticas bajo estatus de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES; convenios internacionales.

Y la tendencia es a conservar la alta integridad ecológica y muy alta diversidad que por estas características es definida así por CONABIO, incluida como zona prioritaria, la Bahía de La Paz y Balandra.

Por otro lado de acuerdo a la normatividad las especies de mamíferos marinos reportados en la Bahía de La Paz bajo algún tipo de protección pueden ser afectadas en su distribución y abundancia indirectamente por el desarrollo de la zona costera del SAR.

Las actividades como la pesca también afectaran a las especies de moluscos, crustáceos y peces que se pescan de manera comercial comúnmente en la Bahía de la Paz, por pescadores ribereños de diversos campamentos pesqueros.

Los aspectos socioeconómicos del SAR como grado de marginación e índice de pobreza, son variables que de acuerdo a los programas de desarrollo social y atención a grupos vulnerables de SEDESOL, deberían disminuir específicamente, en la unidad en la que se ubica el Proyecto , se encuentran ubicadas dos colonias que con base en el Cuaderno de Información Municipal 2008 de La Paz, tienen un índice de marginación muy alto: Manuel Márquez de León y Granjas Manuel Márquez de León, las cuales dependerán indirectamente del tipo de desarrollo local que se presente en la zona (accesos, pavimentación, alumbrado eléctrico, generación de empleos indirectos)

Existen otros componentes involucrados en la problemática ambiental detectada en el SAR que no fueron identificados como directamente impactados por el Proyecto pero que reflejan las condiciones principalmente de deterioro del SAR, y es importante describir su comportamiento (**Tabla VII.1**).

Tabla VII.1. Tendencias de la problemática identificada en el SAR

Condición	Estatus	Tendencia sin Proyecto
Escasez de agua dulce	El acuífero de La Paz, se encuentra bajo condiciones de sobreexplotación, lo que ha generado la intrusión salina. Se carece de una fuente de abastecimiento alterna. Algunos hoteles y desarrollos habitacionales cuentan con plantas desaladoras, pero no se cuenta con registro de descargas de salmuera al sistema de drenaje.	incrementarse
Descarga de aguas residuales	La ciudad de La Paz, no cuenta con drenaje pluvial separado de los efluentes sanitarios por lo que cuando se presentan las lluvias, se rebasa la capacidad de la planta de tratamientos de aguas residuales que opera actualmente, lo que ha provocado inundaciones de las zonas aledañas.	controlarse
	El aprovechamiento de aguas residuales, provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales del Municipio de La Paz, para uso agrícola-forrajero en la unidad de riego Chametla, en La Paz Baja California Sur, tiene un amplio margen de uso. Posibilidad de crecimiento sustentable de la población y del turismo a través del reemplazo de agua subterránea para riego por aguas grises.	optimizares
Contaminación atmosférica por gases de combustión	Emisiones de gases de combustión por fuentes fijas que se concentran en la zona suburbana de la Ciudad de la Paz. Existen dos dentro del SAR y son las relacionadas con la generación de energía eléctrica: la Central Termoeléctrica Punta Prieta, y la CCI Baja California Sur (compuesta a partir de 2014 con cuatro unidades). En La Paz, por ser zona libre el 90% de los vehículos existentes tienen 5 años o más, por lo que se infiere que su uso contribuye de manera significativa a la carga de contaminantes de gases de combustión a la atmósfera.	incrementarse
Generación de polvos	Alta concentración de polvos por tráfico vehicular y dispersión natural por vientos. En el municipio no existe una red de monitoreo de la calidad de aire. La falta de pavimentación en gran cantidad de caminos, el uso de vehículos motorizados sobre dichos caminos y los vientos fuertes genera tolvaneras. Extracción, transporte y manejo de materiales de construcción y derivados pétreos (bancos de material). Las calles sin pavimento, combinadas con una gran cantidad de carros, crean casi diariamente una cubierta de polvo sobre la ciudad de La Paz, BCS. Bashan <i>et al.</i> 2000.	Incrementarse

Disposición de residuos sólidos	La Ciudad de la Paz cuenta con un relleno sanitario, la generación diaria de residuos municipales es de alrededor de 300 toneladas	Incrementarse
Reducción de la cobertura vegetal	Incremento en el desmonte de zonas naturales para desarrollos habitacionales principalmente. En la zona conurbada de la ciudad de la Paz (Chamela, El Centenario) y desarrollos turísticos en la zona del Tecolote.	Incrementarse
Cambio de uso de suelo	No existe un Plan de Ordenamiento Ecológico para el Municipio de La Paz, por lo que la información oficial sobre el uso del suelo no está definida. Esta característica impide a su vez el desarrollo de planes de crecimiento y conservación adecuados. Por ejemplo, no se puede proporcionar certidumbre a la actividad turística e inmobiliaria a través de la determinación de las UGA susceptibles de albergar centros de población.	Incrementarse
Deterioro y fragmentación de la Línea de costa	Si bien existe la regulación para el uso del terreno federal marítimo-terrestre, sus alcances no especifican en el uso particular para zonas como la línea de costa, las dunas y la zona de manglar, todas ellas críticas para la conservación de hábitats de diversas especies de flora y fauna.	Incrementarse
Asentamientos irregulares	Se ha observado un incremento de la mancha urbana por asentamientos irregulares tanto en caminos vecinales y cuencas de arroyos como en la periferia de la ciudad, lo cual ocasiona problemáticas colaterales como la generación de desechos sólidos sin recolectar, uso no regulado de energía eléctrica y agua potable, desmonte innecesario y ahuyentamiento de especies.	Incrementarse
Irregularidad vehicular	El número de vehículos fronterizos no regularizados es muy elevado, este fenómeno sumado a el crecimiento de la población, ha ocasionado un mayor tránsito vehicular, trayendo consigo mayor incidencia de ahuyentamiento y atropellamiento de especies residentes, así como de decremento en la salud de algunas comunidades florísticas.	Incrementarse

VII.2 Descripción y análisis del escenario con Proyecto.

La construcción de este escenario se realizó tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (muy altos y altos) que generará el Proyecto en los componentes ambientales del SAR afectados directamente por el Proyecto.

En este escenario no se incluyen las medidas de mitigación, prevención y compensación basándose en las respuestas ambientales que se consideran a futuro, derivadas por las modificaciones causadas por el Proyecto. (**Tabla VII.2**).

Tabla VII.2. Cambios identificados en el SAR.

Etapas de cambio	Factor Afectado	Cambio generado
Preparación del Sitio y Construcción	Aire, Ruido, Suelo, Flora y Fauna	Cambio temporal en la calidad del aire, generación de ruido, cambio en el uso del suelo, Pérdida de individuos de flora y fauna. Pérdida de hábitats.
Operación y Mantenimiento	Aire, Ruido, Fauna, Paisaje y Socioeconómico	Cambio permanente en la calidad del aire, generación de ruido, posible desplazamiento de fauna,
Abandono y Restauración	Aire, Ruido, Suelo	Cambio temporal en la calidad del aire, generación de ruido,

De acuerdo a la descripción de las fuentes de cambio realizada en el capítulo V por etapa, los escenarios serán:

Preparación del sitio y construcción:

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, los cambios generados en el SAR, en la escala identificada en el capítulo V serán muy rápidos y temporales y habrá modificaciones sobre el medio físico, el biológico y social.

No se esperan grandes cambios en el sistema natural ya que desde su diseño el Proyecto reduce al mínimo los impactos sobre el entorno, contemplando los mecanismos y acciones para el control, manejo y disposición de residuos, así como para el rescate y manejo de flora y fauna.

En esta etapa comenzarán las actividades en el sitio. Como primeras actividades se llevarán a cabo el rescate de la vegetación y fauna seleccionada, después el desmonte, seguido por el despalme, y la colocación de instalaciones provisionales. Y por último la colocación de instalaciones definitivas. A la par de estas actividades, los cambios generados se darán en diversos componentes ambientales, en muchos casos paralelamente. Es decir, desde la movilización de la maquinaria, los movimientos de tierra y la remoción de suelo, se ocasionarán cambios provisionales en la calidad del aire, así como la generación momentánea de ruido. Por otro lado, la remoción de vegetación propiciará desplazamientos y pérdidas provisionales y definitivas de individuos de flora y fauna.

Operación y mantenimiento:

En la etapa de operación y mantenimiento, el escenario será mucho menos dinámico, debido a que las actividades se reducirán a la generación de energía y conducción eléctrica, así como actividades de mantenimiento (ver **Figura V.6** del capítulo V).

Estas actividades serán paulatinas desde la conclusión de la etapa de construcción, y generarán pocos cambios ya que la energía eléctrica generada es la mayor salida del Proyecto. En la operación de los motores de combustión interna y sus chimeneas se emitirán gases contaminantes (NO_x , y SO_2 ,) y partículas, así como la generación de ruido. Además habrá pequeños cambios adicionales a la calidad del aire debido a la operación de vehículos, equipo portátil y equipo de mantenimiento durante esta etapa. Asimismo, las instalaciones pueden causar un desplazamiento de fauna terrestre o fragmentación de los hábitats.

También, se incluyó la instalación de equipos de control de emisiones a la atmósfera para NO_x , e incorpora adecuaciones al sistema de combustión, lo cual se verá reflejado en la etapa de operación. De este modo se considera la operación de la CCI Baja California Sur con su cuatro unidades (2014) y la 286 CCI Baja California Sur V.

Abandono:

Durante este período, se realizarán las actividades de desmantelamiento, demolición y remoción de las instalaciones y estructuras del Proyecto, por lo que el sistema presentará una nueva dinámica que será de menor duración y magnitud en comparación con las otras etapas, (ver **Figura V.7** del Capítulo V).

Durante esta etapa se movilizará equipos y maquinaria para el desmantelamiento, demolición y remoción de las instalaciones. Estas actividades ocasionarán cambios provisionales en la calidad del aire presente, así como la generación de ruido por las mismas fuentes. En conclusión, los cambios antes mencionados se pueden resumir como se observó en la **Tabla VII.2**.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Para el desarrollo de este escenario se consideraron tanto las medidas de mitigación propuestas como las correspondientes medidas de compensación por los impactos residuales, destacando las mejoras que pudiera presentar el SAR con la implementación de las mismas (**Tabla VII.3**).

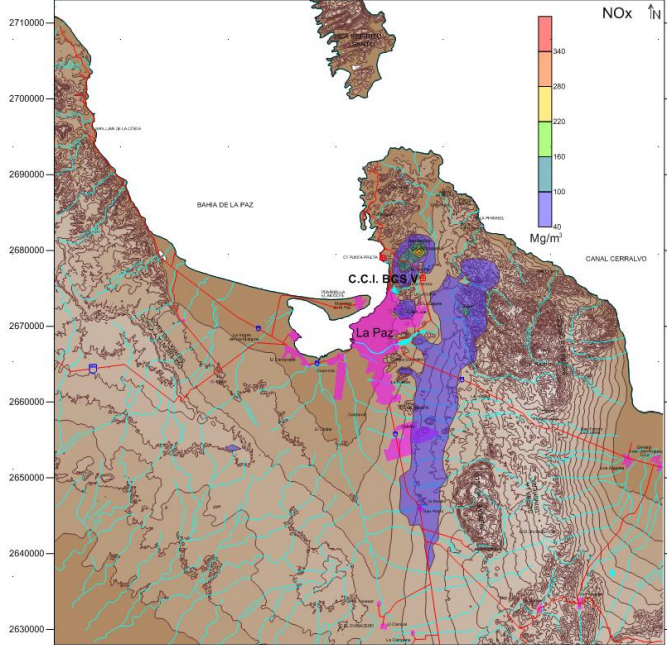
Este escenario presenta la proyección a futuro de las modificaciones sobre los componentes ambientales después de la ejecución de las actividades y la construcción de las obras del Proyecto considerando la correcta aplicación de las medidas de mitigación que se proponen en el Capítulo VI.

Cabe mencionar que las tendencias que presenta la problemática del SAR descrita en la **Tabla VII.1** no se modifica por el desarrollo del Proyecto dada las magnitudes de los cambios tanto positivos como negativos

Tabla VII.3. Descripción de los componentes ambientales del SAR utilizados en la evaluación de impacto ambiental en los escenarios “línea base” y con “Proyecto y medidas de mitigación”

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
AIRE O ATMÓSFERA	Calidad del Aire La calidad del aire está dada por la composición y concentración de los gases que lo conforman y se expresa mediante la concentración o intensidad de contaminantes, la presencia de microorganismos, y/o la apariencia física.	Actualmente en la región existen fuentes de emisiones contaminantes tales como las Centrales : • Punta Prieta, • CCI Baja California Sur con sus cuatro unidades a partir de 2014. Además existe contaminación generada por el tránsito de vehículos en calles y caminos no pavimentados de la zona urbana y suburbana. Los niveles de calidad del aire actuales en cuanto a NO_x, SO₂ y PM₁₀ se encuentran dentro de los límites establecidos en las normas respectivas.	La calidad del aire de la Ciudad de La Paz no se verá afectada directamente por la operación de las nuevas unidades, ya que el desplazamiento de la pluma es principalmente hacia el norte de la ciudad. La máxima concentración que se puede llegar a presentar en la Ciudad de La Paz por alguna de las tres sustancias evaluadas (NO_x, SO₂ y PM₁₀), cumplen perfectamente con cada una de las normas correspondientes, tanto en sus promedios a 1 hora en el caso de los Óxidos de Nitrógeno, como a 24 horas y anual en el caso de las Partículas y Bióxidos de Azufre. Esto se debe principalmente a que el desplazamiento de la pluma de dispersión es principalmente hacia el nor-noroeste de la 286 CCI BCS V, y a la ubicación de las centrales, quedando las centrales de generación detrás de las montañas que protegen a la ciudad, evitando que la pluma se oriente hacia la zona poblada, logrando con esto que el impacto en la ciudad sea mínimo. El Cerro Santa María en donde se presentan los máximos, se encuentra a 6.3 km al noreste de la ciudad de La Paz. Las Concentraciones estimadas en la modelación para NO_x, SO₂ y PM₁₀. Se consideran 3 proyectos: 286 CCI BCS V objeto de la presente Manifestación, 235 CCI BCS IV en construcción y 236 CCI BCS III que entro en operación en 2013 y se integra a la CCI Baja California. Todos operando bajo los mismos parámetros (condiciones de diseño), utilizando combustóleo con un 2% de azufre y con equipo de control (SCR) al 50% de eficiencia en 235 CCI BCS IV y al 85% de eficiencia en 286 CCI BCS V y en 236 CCI BCS III. La calidad del aire con respecto a la concentración de polvos y partículas suspendidas puede ser asimilada por las personas en cierto nivel, pero si simultáneamente están expuestos a otros

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación																														
			contaminantes como el SO ₂ el riesgo de que contraigan una enfermedad respiratoria se incrementa sustancialmente, debido a la sinergia identificada por efecto del proyecto. (Seoáñez, 1999).																														
			<table><tr><th>Sustancia</th><th>Periodo promedio por Norma</th><th>Concentración prom de Fondo (µg/m3)</th><th>Concentración máxima de la modelación (µg/m3)</th><th>límite indicado en la Norma (µg/m3)</th></tr><tr><td>NOX con SCR</td><td>1 h</td><td>54,5</td><td>337,29</td><td>395 NOM-023-SSA1-1993</td></tr><tr><td>SO2</td><td>24 h</td><td>13,1</td><td>238,98</td><td>341 NOM-022-SSA1-1993</td></tr><tr><td>SO2</td><td>Anual</td><td>13,1</td><td>54,34</td><td>79 NOM-022-SSA1-1993</td></tr><tr><td>PM10</td><td>24 h</td><td>45,223</td><td>30,41</td><td>150 NOM-025-SSA1-1993</td></tr><tr><td>PM10</td><td>Anual</td><td>45,223</td><td>6,91</td><td>50 NOM-025-SSA1-1993</td></tr></table>	Sustancia	Periodo promedio por Norma	Concentración prom de Fondo (µg/m3)	Concentración máxima de la modelación (µg/m3)	límite indicado en la Norma (µg/m3)	NOX con SCR	1 h	54,5	337,29	395 NOM-023-SSA1-1993	SO2	24 h	13,1	238,98	341 NOM-022-SSA1-1993	SO2	Anual	13,1	54,34	79 NOM-022-SSA1-1993	PM10	24 h	45,223	30,41	150 NOM-025-SSA1-1993	PM10	Anual	45,223	6,91	50 NOM-025-SSA1-1993
			Sustancia	Periodo promedio por Norma	Concentración prom de Fondo (µg/m3)	Concentración máxima de la modelación (µg/m3)	límite indicado en la Norma (µg/m3)																										
			NOX con SCR	1 h	54,5	337,29	395 NOM-023-SSA1-1993																										
			SO2	24 h	13,1	238,98	341 NOM-022-SSA1-1993																										
			SO2	Anual	13,1	54,34	79 NOM-022-SSA1-1993																										
			PM10	24 h	45,223	30,41	150 NOM-025-SSA1-1993																										
			PM10	Anual	45,223	6,91	50 NOM-025-SSA1-1993																										
El efecto residual sobre la calidad del aire, debido a la operación, de las turbinas, calderas y chimeneas que persiste con una importancia alta tras la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes.																																	

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
			 Isocurvas de concentración para NO_x (promedio 1 hr). Concentración máxima (4o máximo): 337.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Considerando equipo de control con un 85% de eficiencia en las unidades 3 y 5, y un 50% en la Unidad 4. Factor de Planta 73%. Para disminuir las emisiones de NO_x, se utilizará el Proceso SCR (Selective Catalytic Removal), que consiste en la inyección de una solución acuosa de amoníaco (como agente reductor) a los gases de combustión. Esta mezcla se pasará por un catalizador a una temperatura de 300-420 °C para, por medio de una reacción, convertir los óxidos de nitrógeno en nitrógeno y vapor de agua.
	Confort Acústico El confort acústico es aquella	Las fuentes fijas de emisión de ruido son las de las actuales centrales	El ruido, aunque no se ha evaluado en todo el SAR, la tendencia es a incrementarse, por actividades antropogénicas diversas, sin ser significativo, principalmente por no tener planes agresivos para

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
	situación en la que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para el descanso, la comunicación y la salud de las personas.	termoeléctricas en operación. Adyacente al predio del Proyecto existe un relleno sanitario, su operación genera niveles de ruido durante el día de hasta 55 dB, por la operación de la maquinaria.	desarrollar infraestructura, así como por las condiciones de los factores físicos como dispersantes y amortiguantes. En la zona aledaña al predio del Proyecto, las fuentes fijas de emisión de ruido son las de las actuales centrales termoeléctricas en operación, a las cuales se sumara la 286 CCI BCS V. Adyacente al predio del Proyecto existe un relleno sanitario, su operación genera niveles de ruido durante el día de hasta 55 dB, por la operación de la maquinaria
GEOLOGIA y GEOMORFOLOGIA	Recursos Pétreos	En total existen 5 Bancos de Material Autorizados el área. 3 Bancos de arena y grava; Playa Cachimba, Ensenada el Coyote y S/n. Banco de materiales; La Fortuna. Banco de cantera de toba rosada	Se presentara el mismo escenario.
	Relieve	El predio del Proyecto se encuentra sobre una explanada o valle intermontano llamado localmente Valle La Laguna-El Coyote, el cual comprende un aluvión de planicie con pendiente de 1 %, que conforma las vías del acuífero Coyote – Cajoncito. El relieve de este sitio es	Se presentara el mismo escenario.

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		prácticamente plano que da forma al valle, y el cual se encuentra limitado al norte por la zona de lomeríos, al oeste por la sierra formada por rocas volcánicas y volcanoclásticas, al este por la sierra granítica Las Cruces, y al sur por el arroyo El Cajoncito.	
SUELOS	Tipos de Suelo	Los suelos contenidos en el área donde serán colocadas las instalaciones del Proyecto, son suelos profundos de tipo Xerosol háplico en textura gruesa, además se caracterizan por ser pobres en materia orgánica y nutrientes como son los suelos típicos de zonas áridas.	Se presentara el mismo escenario.
	Uso del Suelo	Las políticas particulares de uso de suelo establecidas son para Equipamiento y Áreas de donación.	En el SAR la tasa de cambio de uso de suelo es alta, especialmente en la unidad en la que se localiza el predio del Proyecto donde las políticas particulares de uso de suelo establecidas son para equipamiento y áreas de donación, así que la tendencia será a modificar los espacios naturales, especialmente aquellos ubicados en las colindancias del predio del Proyecto (Figura VII.2).
	Procesos Erosivos	La región se encuentra sometida a procesos de erosión en los que el principal agente es el agua. Existe gran estabilidad edafológica, dado que se encuentra en una zona de	El cambio se presentara en las áreas identificadas que potencialmente se hubieran contaminado durante la operación de la 286 CCI Baja California Sur V, procediendo a su saneamiento. Como el uso de suelo será industrial, no se considera un programa de restitución de flora. Lo más recomendable es dejar el terreno en condiciones que se permitan las actividades que prevalezcan en el momento de abandono del sitio.

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		acumulación en la que los suelos están bien desarrollados. No existen áreas críticas con procesos de erosión	
	Calidad del suelo	No hay evidencias previas de contaminación en el suelo	Se presentara el mismo escenario.
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	Dinámica de Cauces (Patrón de drenaje)	Existen algunos cauces intermitentes presentes dentro del SAR (régimen de lluvias en verano e invierno). Los principales son: El Cajoncito y La Huerta, de la subcuenca "e" (La Paz); y Agua de Vázquez y El Coyote, de la subcuenca "d" (Las Palmas. El arroyo El Coyote es el que tiene una influencia directa con el Proyecto, drena un área tributaria de 86 km ² y se estima un volumen de escorrentía de alrededor de 3 500 000 m ³ /año.	Se presentara el mismo escenario.
HIDROLOGIA SUBTERRANEA	Calidad del agua	En el acuífero predomina el agua dulce de buena y calidad, pertenece a la familia mixta-bicarbonatada, clorurada, aunque es notorio el incremento de salinidad debido a sobreexplotación.	Se presentara el mismo escenario.
	Balance Hidrico	El acuífero está	Con respecto al abastecimiento de agua requerida para la operación

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		sobreconcesionado y se encuentra en condiciones de sobreexplotación. se estima que existe una recarga media anual de 27,75 Mm ³ , y se extraen 28,35 Mm ³ , por lo que existe un desbalance de agua de -0,6 Mm ³ , esto sin considerar las perdidas del acuífero por evapotranspiración (CNA 2002)	de la 286 CCI Baja California Sur V, se obtendrá (por medio del acueducto existente) de la CT Punta Prieta, la cual cuenta con un sistema de evaporadoras
ZONA MARINA	Condiciones Oceanográficas	La bahía de La Paz es un cuerpo de agua con profundidades de hasta 400 m en la mitad noroeste y disminuye al sur gradualmente hasta llegar a una parte somera con pendiente suave y playas extensas. Frente a Punta Prieta pasa el canal de navegación hacia la ensenada cuya profundidad es de 10 m y disminuye gradualmente hasta la línea de costa. El transporte litoral se presenta por acción del oleaje y es de baja energía y no tiene efecto significativo en la modificación del perfil de costa. Frente a la CT Punta Prieta presenta un oleaje	Se presentara el mismo escenario.

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		con altura promedio de ola de entre 0,01 y 0,06 m. La formación del agua de la bahía se debe a la mezcla local profunda y por la influencia del Agua Subsuperficial Subtropical que entra al Golfo de California y que es de menor salinidad que la del propio golfo. La salinidad presenta variaciones temporales y espaciales en la columna de agua, en un rango entre 35,25 a 35,50 ups con los máximos en verano y se distribuyen según la temperatura. Las temperaturas máximas y mínimas van de los 20° a los 30,47 ° C. La concentración de oxígeno disuelto en general es alta, cercano a la saturación, y se registran valores altos en primavera, descendiendo en verano.	
	Dinámica Costera	La zona costera se encuentra fragmentada y altamente modificada por asentamientos humanos y desarrollo de marinas y zona turística-habitacional de alto impacto.	Se presentara el mismo escenario.
	Calidad de Agua	los resultados de calidad	Con respecto al abastecimiento de agua requerida para la operación

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
	Marina	bacteriológica, en general no sobrepasan los criterios de calidad para uso recreativo de contacto primario.	de la 286 CCI Baja California Sur V, se obtendrá (por medio del acueducto existente) de la CT Punta Prieta, la cual cuenta con un sistema de evaporadoras y condiciones particulares de descarga establecidas mediante el título de concesión 01BCS100403/06FMGC03 (Anexo Z). En la CT Punta Prieta El agua de rechazo generada por la planta desaladora se procesa para disminuir la salinidad del efluente, el proceso consiste en prediluirlo antes de su descarga al mar y el punto de descarga está en una zona que tiene una hidrodinámica media. Frente a la CT Punta Prieta pasa el canal de navegación hacia la ensenada cuya profundidad es de 10 m y disminuye gradualmente hasta la línea de costa. El transporte litoral se presenta por acción del oleaje, es de baja energía y no tiene efecto significativo en la modificación del perfil de costa, presenta un oleaje con altura promedio de ola de entre 0,01 y 0,06 m. A partir de la entrada en operación de la CCI Baja California Sur (unidad 1 en 2002 y unidad 2 en 2007 y unidad 3 en 2012) las evaporadoras respectivas instaladas en la C.T.Punta Prieta, generan una cantidad de salmuera equivalente a 5,7 l/s y generando 4,15 l/s de agua destilada. . Con la entrada en operación de las 286 CCI Baja California Sur V y 235 CCI Baja California Sur IV (2014), no habrá un volumen adicional de salmuera debido a que las evaporadoras incrementaran sus horas de operación para suplir el volumen adicional de agua destilada requerida, por lo que se mantendrá el aporte actual de salmuera de 5,7 l/s. Considerando la aportación total de las Centrales CCI Baja California Sur, que sería de 5,7 l/s de salmuera y considerando el aporte de salmuera proveniente de las evaporadoras de la CT Punta Prieta I-II, el aumento en la concentración de la salinidad del agua de mar presente en el canal de descarga de la CT Punta Prieta I-II representa un incremento de tan solo el 0,03%. Para estimar la dispersión de la salinidad sobre un cuerpo receptor

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
			(Bahía de La Paz) proveniente de una fuente emisora (canal de descarga de la CT Punta Prieta), se aplicó un modelo matemático.
VEGETACION	Cobertura (Abundancia)	La vegetación dominante en el sitio es una variante de matorral xerófilo. Presenta un elenco florístico de 138 especies, incluidas en 103 géneros pertenecientes a 46 familias. Un 27,53 % de estos taxa se consideran endémicos de Baja California Sur.	Durante el desmante y el despalme que se desarrollará previamente a la construcción e instalación de la infraestructura para el Proyecto, se hará la remoción de la vegetación del terreno y una capa superficial de suelo (retiro de árboles, arbustos, escombros y vegetación a ras de suelo como hierbas, troncos y raíces) sin afectar la integridad del SAR. La cobertura de la vegetación se presenta en parches debido a actividades humanas (áreas abiertas para la agricultura y abandonadas, sobrepastoreo, bancos de material, brechas y caminos, infraestructura, etc) y tiende a disminuir, , viéndose comprometido el aporte de los servicios ambientales que brinda al SAR como: protección del suelo contra la erosión, protección y/o alimento a gran parte de la fauna, es esencial para el mantenimiento hábitats, ayuda a la regulación del escurrimiento del agua, produce oxígeno, retiene partículas, y es parte de la belleza escénica como parte de la calidad paisajística de la zona. Este componente ambiental, está ligado directamente al comportamiento del cambio de uso de suelo. Se presenta una acumulación de los efectos del Proyecto por la pérdida de cobertura de vegetación al realizar el desmante y despalme puede incrementar y acelerar la fragmentación, la disminución de la abundancia de fauna, y de especies protegidas y endémicas de flora y fauna.
	Fragmentación	La cobertura de la vegetación en el área de estudio se presenta en parches debido a actividades humanas (áreas abiertas para la agricultura y abandonadas,	Se identificaron impactos significativos benéficos moderados a partir de en las actividades de Rescate de flora y fauna , Por otro lado la remoción de vegetación propiciará y pérdidas provisionales y definitivas de individuos de flora los cambios a escala puntual en el SAR, no comprometen su integridad

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		sobrepastoreo, bancos de material, brechas y caminos, basura, relleno sanitario, líneas y torres de transmisión eléctrica, centrales eléctricas, etc) y tiende a disminuir.	
	Especies Protegidas y Endémicas	En el área del Proyecto se encuentran 8 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Existen poblaciones importantes de <i>Ferocactus peninsulæ</i> var. <i>townsendianus</i> (biznaga de barril) y de <i>Mammillaria aff. capensis</i> (incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010). Existe un alto grado de endemismo.	En el SAR se presenta el mismo escenario que sin Proyecto, cabe mencionar que el <i>Ferocactus townsendianus</i> var. <i>townsendianus</i> (estatus de amenazada) se encuentra dentro del predio del Proyecto con poblaciones considerables. Así mismo el caso analizado de una población considerable de individuos del género <i>Mammillaria</i> , citado como <i>Mammillaria sp.</i> que por su distribución, seguramente serán disminuidas sus poblaciones en la cuenca del arroyo El Coyote. Se esperan efectos residuales sobre las especies de flora protegida y endémica, debido al desmonte y despalme que persiste con una importancia moderada tras la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes.
FAUNA	Abundancia	En el área existe una alta diversidad de fauna (220 especies) y de endemismos, sin embargo, debido a las actividades antropogénicas, se han visto desplazadas y su ocurrencia en algunos casos es rara y escasa.	La remoción de vegetación propiciará desplazamientos y pérdidas provisionales y definitivas de individuos de flora y fauna.
	Fragmentación	Debido a que la cobertura de la vegetación en el área se presenta en parches, la fauna asociada a la vegetación también.	En cuanto a la fauna, y el uso del hábitat en el SAR también se verán afectados conforme se reduzca la cobertura vegetal, y se realicen cambios de uso de suelo para aprovechamientos por actividades productivas y vivienda, especialmente en la unidad donde se encuentra el predio del Proyecto y en la zona costera
	Especies Protegidas y	El número de especies de fauna consideradas dentro	Las zonas con mayores poblaciones de especies en estatus de

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
	Endémicas	de alguna categoría de riesgo bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 es de un total de 33 y el de endémicas es de 108 especies y subespecies (avifauna 43, mastofauna 42, herpetofauna: 23).	protección s encuentran en las unidades menos alteradas, pero que presentan una tendencia a reducirse, por presiones de reducción de hábitat, presentándose el efecto de borde, con afectación a zonas conservadas. Se esperan efectos residuales sobre las especies de fauna protegida y endémica, debido al desmonte y despalde, que persiste con una importancia moderada tras la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes.
BIOTA MARINA	Vegetación Marina	En la zona costera de la ciudad de La Paz, la riqueza de especies de macroalgas se deriva de la de la influencia antropogénica. La calidad bacteriológica en la Bahía es buena.	No hay cambios con respecto al escenario sin Proyecto
	Fauna Marina	La fauna marina presenta una gran diversidad, es una mezcla de origen tropical, templado y cosmopolita. Existen una gran cantidad de especies de importancia económica como: peces, almejas, jaibas, langosta, calamares. Asimismo, en el área existe un potencial turístico relacionado con especies marinas: observación de ballenas y otros mamíferos marinos.	No hay cambios con respecto al escenario sin Proyecto
	Productividad Primaria	La bahía de La Paz puede ser considerada como una zona con elevada productividad	No hay cambios con respecto al escenario sin Proyecto

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		fitoplanctónica y sus poblaciones son muy diversas, fluctuando en relación con la temperatura del agua y el periodo de luz solar.	
PAISAJE	Calidad Visual	El área de estudio en general (SAR) posee una calidad escénica alta, mientras el sitio (unidad de paisaje) donde se ubicará la 286 CCI Baja California Sur V, presenta una calidad escénica muy pobre por los rasgos de la presencia de actividades antropogénicas principalmente (centrales eléctricas en operación, visibilidad de la pluma de las mismas, relleno sanitario adyacente y gran cantidad de residuos sólidos que son depositados en las áreas circunvecinas). Su fragilidad radica en dos elementos importantes, la vegetación y la calidad del aire	Se incrementara el disturbio visual con las nuevas instalaciones de la 286CCI BCSV. Se presentan efectos acumulativos como se ha mencionado por la pérdida de cobertura de vegetación por el desmonte y despalme y que contribuye a disminuir la calidad visual y la calidad del aire y se suma la afectación de las mismas por la operación de las turbinas, calderas y chimeneas (pluma de emisiones) y a acelerar la fragmentación, la disminución de la abundancia de fauna, y de especies protegidas y endémicas de flora y fauna. Y así detrimento de la Calidad visual por el cambio en la calidad del aire como consecuencia de la presencia de la pluma de emisiones a la atmósfera.
SOCIAL	Calidad de Vida	El sistema La Paz tiene un índice de pobreza o marginación Muy Bajo, está considerada como una de las que ofrece	La instalación de infraestructura para generación de energía eléctrica aportara un beneficio a este componente sin por ello, reflejarse directamente en los indicadores mencionados en el capítulo V de evaluación de impacto ambiental. Por la magnitud de los cambios.

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		mejor calidad de vida de México y en Baja California Sur. Índice de bienestar 7. El 90% de la población tiene acceso a servicios públicos (agua, drenaje, electricidad). Sin embargo las rancherías aledañas al Proyecto existe una marginación muy alta.	
	Salud	Según la Secretaría de Salud en Baja California Sur se detecta que las principales enfermedades de los habitantes son: a) Infecciones respiratorias agudas, b) Hipertensión, c) Diabetes, d) Enfermedades relacionadas con el corazón, e) Infecciones Intestinales.	La instalación de infraestructura para generación de energía eléctrica aportara un beneficio a este componente sin por ello, reflejarse directamente en los indicadores mencionados en el capítulo V de evaluación de impacto ambiental. Por la magnitud de los cambios.
	Empleo	Existe un nivel de desempleo muy bajo. El sector terciario, son servicios (principalmente turísticos), genera el 81,8% de empleos. El municipio de La Paz, así como la ciudad de La Paz, pertenecen al área geográfica "A" de los Salarios Mínimos Generales (SM) en México.	La instalación de infraestructura para generación de energía eléctrica generara empleos, aportando beneficio al SAR, sin por ello, reflejarse directamente en los indicadores mencionados en el capítulo V de evaluación de impacto ambiental. Por la magnitud de los cambios.

Factor	Componente	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
ECONÓMICO	Programas de Desarrollo	El plan de desarrollo considera la generación de energía eléctrica como una alta prioridad para impulsar el desarrollo de la región.	Mismo escenario sin Proyecto
	Actividades Productivas	La ciudad de La Paz pertenece a la clasificación de Localidades de Tamaño Intermedio. Las actividades principales son el comercio y servicios turísticos.	La instalación de infraestructura para generación de energía eléctrica potencializara el desarrollo de las actividades productivas en el SAR.
	Infraestructura y Servicios	Existen en la zona instalaciones para la generación y suministro de energía eléctrica con la CT Punta Prieta, la 48 CCI Baja California Sur I, la 107 CCI Baja California II, la 236 CCI Baja California Sur III y próximamente la 235 CCI Baja California Sur IV. Instalaciones de PEMEX, Estación de Ferry en Pichilingue, e instalaciones de CEMEX.	La instalación de infraestructura para generación de energía eléctrica potencializará el desarrollo económico en el SAR.

VII.4 Pronóstico ambiental.

A partir del análisis de los tres apartados anteriores se presenta el pronóstico del comportamiento de los principales componentes que serán afectados por el desarrollo del Proyecto.

Dispersión de contaminantes a la atmósfera

De las modelación realizadas para determinar el comportamiento de las emisiones a la atmósfera para estimar el impacto en el SAR, por la operación de la 286 CCI Baja California Sur V, se obtuvo el comportamiento de las emisiones de óxidos de nitrógeno, (NO_x), óxidos de azufre (SO_2), y partículas suspendidas menores a 10 micras (PM_{10}), empleando un modelo Gaussiano de dispersión de emisiones a la atmósfera (**Anexo 7**).

Dicho estudio permitió identificar las áreas que puedan ser afectadas por las emisiones de la central así como cuantificar el potencial impacto de las mismas.

Las modelaciones consideraron la operación conjunta de los proyectos 236 CCI Baja California Sur III que se concluyo en 2013 y se integra a la CCI Baja California Sur, la 235 CCI Baja California Sur IV en construcción hasta 2014 y el Proyecto de la 286 CCI Baja California Sur V motivo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Cabe mencionar que las concentraciones de fondo se estimaron a partir de un monitoreo perimetral para NO_x , SO_2 y PM_{10} con información correspondiente a 2011 y 2012, que incluyen las centrales CT Punta Prieta y la CCI Baja California Sur (dos unidades), que ya se encuentran en operación.

Los escenarios simulados consideran la utilización de equipo de control de emisiones para NO_x con una eficiencia del 85% en 236 CCI Baja California Sur III y en 286 CCI Baja California Sur V, y del 50% en la 235 CCI Baja California Sur IV para estar por debajo de la norma para NO_x en un 14,6% (**Tabla VII.4**).

Tabla VII.4. Concentraciones estimadas en la modelación para NO_x , SO_2 y PM_{10} . Se consideran los proyectos 286 CCI BCS V, 235 CCI BCS IV y 236 CCI BCS III operando bajo los mismos parámetros (condiciones de diseño), utilizando combustóleo con un 2% de azufre y con equipo de control (SCR) al 50% de eficiencia en 235 CCI BCS IV y al 85% de eficiencia en los dos proyectos restantes.

Sustancia	Periodo promedio por Norma	Concentración prom de Fondo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración máxima de la modelación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Límite indicado en la Norma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO_x con SCR	1 h	54,5	337,29	395 NOM-023-SSA1-1993
SO_2	24 h	13,1	238,98	341 NOM-022-SSA1-1993
SO_2	Anual	13,1	54,34	79 NOM-022-SSA1-1993
PM_{10}	24 h	45,223	30,41	150 NOM-025-SSA1-1993
PM_{10}	Anual	45,223	6,91	50 NOM-025-SSA1-1993

En el caso del Bióxido de Azufre (SO_2 promedio 24 hr y anual) se debe usar Combustóleo con un 2% de contenido de azufre para quedar por abajo de la norma en un 30% en su promedio a 24 horas, y un 31,2% para el promedio anual.

NO_x

La **Figura VII.3** muestra las curvas de Isoconcentración para el escenario 3, el cual representa el impacto por Óxidos de Nitrógeno en el área de estudio, y que logra cumplir con la norma oficial para esta sustancia. Cabe mencionar que el área de influencia que involucra cerca del 50% del SAR fue obtenido con las Isocurvas de concentración para NO_x (promedio 1 hr). Concentración máxima (4o máximo): $337,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, impacto ocasionado por los proyectos 286 CCI BCS V, 235 CCI BCS IV y 236 CCI BCS III. Considerando equipo de control con un 85% de eficiencia en 236 CCI BCS III y 286 CCI BCS V, y un 50% en 235 CCI BCS IV. Factor de Planta 73% (escenario 3)

La ubicación de los máximos en todos los escenarios se presentó 3,5 km al nor-noroeste del predio del Proyecto sobre el Cerro Santa María el cual es un lugar despoblado y sin uso de suelo específico.

Los cambios en la calidad del aire por Óxidos de Nitrógeno en la ciudad de La Paz, considerando la concentración de fondo ($54,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y la concentración por la operación de las tres unidades ($12,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se tiene una concentración total que esta un 83% por abajo del umbral que marca la norma para esta sustancia.

SO₂

Los resultados para el Bióxido de Azufre indican que se logra cumplir con la norma para esta sustancia en toda el área de estudio si el combustible a usar en las tres unidades tiene un 2% de azufre, con esto se logra estar por abajo del límite de la norma oficial en un 30% para el promedio a 24 horas, y en un 31,2% en el promedio anual.

Las **Figuras VII.4 y VII.5**, muestran las isocurvas de concentración correspondientes al Bióxido de Azufre, considerando solo el caso de Combustóleo con un 2% de azufre, ya que es el escenario que cumple con la norma para esta sustancia en toda el área de estudio. Cabe mencionar que operando con un combustóleo del 4.2% no se tendría cambio importantes sobre el área urbana de la Ciudad de La Paz.

La máxima concentración estimada para el Bióxido de Azufre, se localizó en un lugar despoblado sobre el Cerro Santa María, es decir a aproximadamente 3,5 km al nor-noroeste del predio de Proyecto, en un área que se encuentra totalmente despoblada y sin uso de suelo especial.

En la Ciudad de La Paz, el impacto por Bióxido de Azufre considerando la concentración de fondo obtenida (13,1 µg/m³) y lo estimado por el modelo para la ciudad, tenemos una concentración de 15,72 µg/m³ este valor esta un 95,4% por abajo del umbral que indica la norma para esta sustancia en el promedio a 24 horas, y en el promedio anual la concentración total es de 13,3 µg/m³ lo cual es un 83,2% por abajo del umbral para esta misma sustancia en su promedio anual.

PM₁₀

En el caso de las PM₁₀, éstas son las que menos impacto ocasionan en la calidad del aire, ya que la concentración estimada por el modelo (primer valor máximo) se encuentra muy por debajo de los valores de la norma, tanto en su promedio a 24 horas (74,7% por debajo de la norma) como anual (86% por debajo de la norma).

Las concentraciones máximas para partículas, se ubicaron en el mismo punto que se obtuvo para Bióxidos de Azufre y Óxidos de Nitrógeno, es decir sobre el Cerro Santa María a 3,5 km al nor-noroeste del Predio del Proyecto.

Las **Figuras VII.6 y VII.7**, muestran las isocurvas de concentración correspondientes a las Partículas Menores a 10 Micras para el promedio a 24 horas y anual respectivamente.

En la Ciudad de La Paz, el impacto por partículas analizadas como PM₁₀ no representan un

problema de contaminación debido a la central, ya que el máximo obtenido en la modelación como promedio a 24 horas es de solo un $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que sumado a la concentración de fondo nos da un $45,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ esto es un 62% por abajo del umbral de lo que indica la norma para esta sustancia. En el promedio anual para partículas el Proyecto no produce ningún impacto solo se tiene el propio de la ciudad (concentración de fondo), obtenido con la medición de la estación 2 el cual fue de $45,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, este valor esta un 9,6% por abajo del umbral para partículas en el promedio anual.

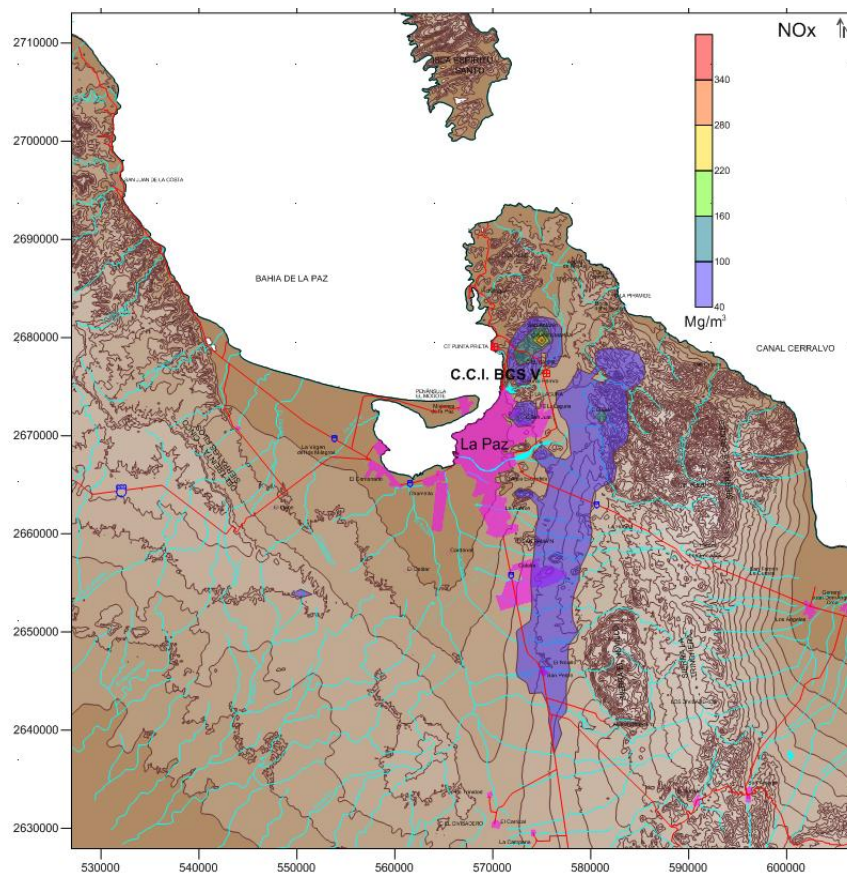


Figura VII.3. Isocurvas de concentración para NOx (promedio 1 hr). Concentración máxima (4o máximo): $337.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Considerando equipo de control con un 85% de eficiencia en las unidades 3 y 5, y un 50% en la Unidad 4. Factor de Planta 73%.

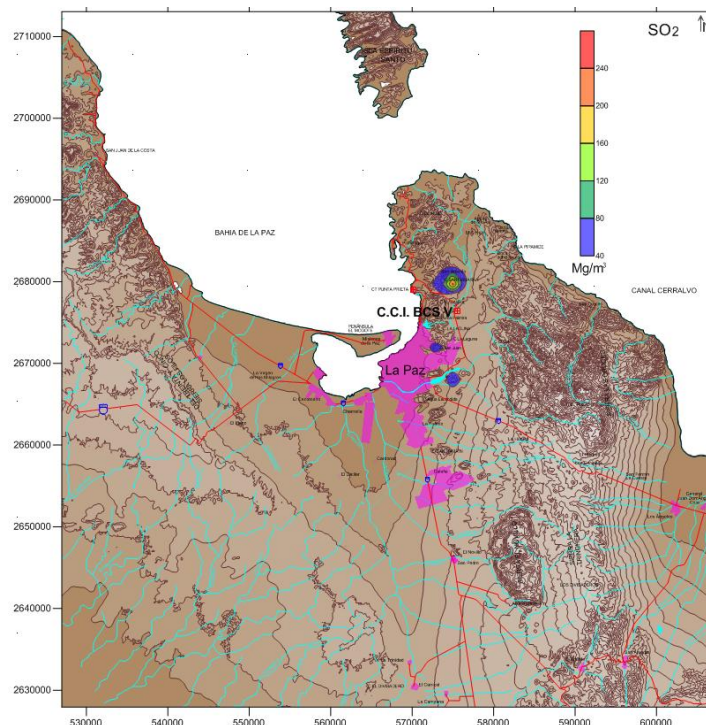


Figura VII.4. Isocurvas de concentración para SO₂ (promedio 24 hr). Concentración máxima (40 máximo): 238.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Considerar para la operación Combustóleo con 2% de azufre. Factor de Planta 73%.

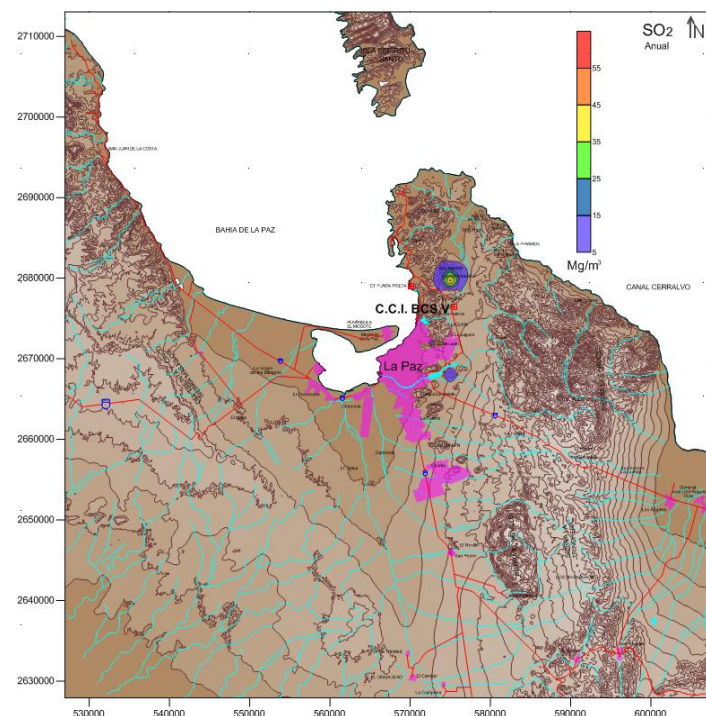


Figura VII.5. Isocurvas de concentración para SO₂ (promedio anual). Concentración máxima (40 máximo): 54,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Considerar para la operación Combustóleo con 2% de azufre. Factor de Planta 73%.

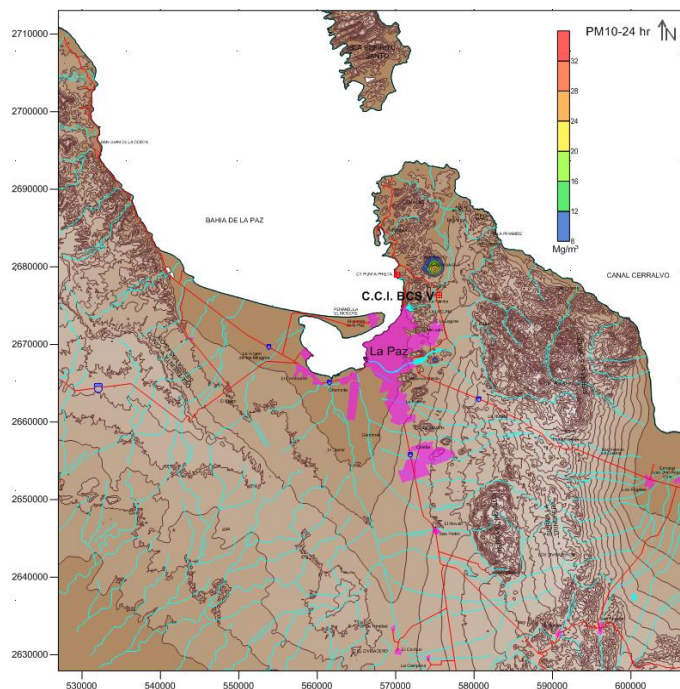


Figura VII.6 Isocurvas de concentración para PM10 (promedio 24 hr). Concentración máxima (40 máximo): $30.41 \mu\text{g} / \text{m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Factor de Planta 73%.

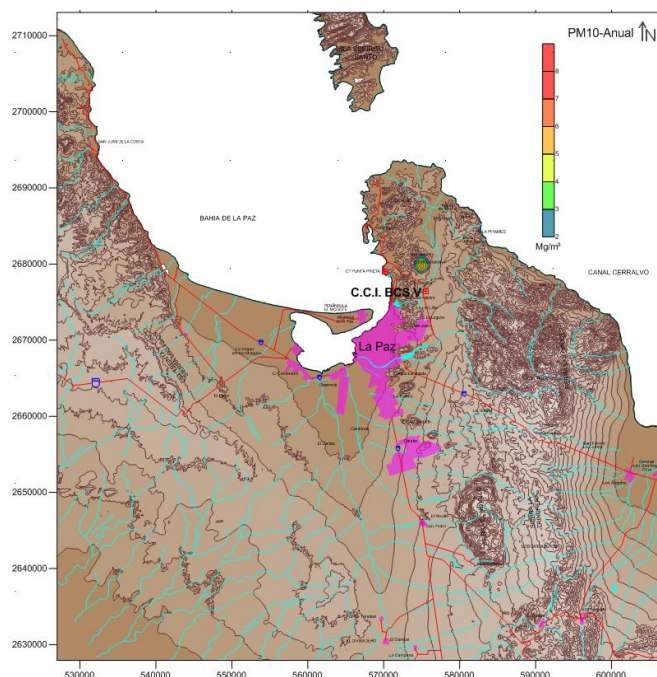


Figura VII.7 Isocurvas de concentración para PM10 (promedio anual). Concentración máxima (40 máximo): $6.91 \mu\text{g} / \text{m}^3$ impacto ocasionado por la CCI BCS III a V. Factor de planta 73%.

La calidad del aire de la Ciudad de La Paz no se verá afectada directamente por la operación de las nuevas unidades, ya que el desplazamiento de la pluma es principalmente hacia el norte de la ciudad.

La máxima concentración que se puede llegar a presentar en la Ciudad de La Paz por alguna de las tres elementos evaluados (NO_x , SO_2 y PM_{10}), cumplen con las normas correspondientes, tanto en sus promedios a 1 hora en el caso de los Óxidos de Nitrógeno, como a 24 horas y anual en el caso de las Partículas y Bióxidos de Azufre.

Esto se debe principalmente a que el desplazamiento de la pluma de dispersión es principalmente hacia el nor-noroeste de la 286 CCI BCS V, y a la ubicación de las centrales, detrás de las montañas que protegen a la ciudad, evitando que la pluma se oriente hacia la zona poblada, logrando con esto que el impacto en la ciudad sea mínimo.

El Cerro Santa María en donde se presentan los máximos, se encuentra a 6,3 km al noreste de la ciudad de La Paz.

Por lo anterior se puede resumir que La ciudad de La Paz no se verá afectada directamente por ninguno de los 3 elementos (NO_x , SO_2 y PM_{10}) que se producirán, siempre y cuando se utilice combustóleo con un contenido de 2% y el Sistema de Control de Emisiones trabaje al 85 % de eficiencia en dos unidades y por lo menos al 50% de eficiencia en otra de las unidades para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire.

Dispersión de la descarga de salmuera

Con respecto al abastecimiento de agua requerida para la operación de la 286 CCI Baja California Sur V, se obtendrá (por medio del acueducto existente) de la CT Punta Prieta, la cual cuenta con un sistema de evaporadoras y condiciones particulares de descarga establecidas mediante el título de concesión 01BCS100403/06FMGC03 (**Anexo 2**).

En la CT Punta Prieta El agua de rechazo generada por la planta desaladora se procesa para disminuir la salinidad del efluente, el proceso consiste en prediluirlo antes de su descarga al mar y el punto de descarga está en una zona que tiene una hidrodinámica media. Frente a la CT Punta Prieta pasa el canal de navegación hacia la ensenada cuya profundidad es de 10 m y disminuye gradualmente hasta la línea de costa. El transporte litoral se presenta por acción del oleaje, es de baja energía y no tiene efecto significativo en la modificación del perfil de costa, presenta un oleaje con altura promedio de ola de entre 0,01 y 0,06 m.

A partir de la entrada en operación de la CCI Baja California Sur (unidad 1 en 2002 y unidad 2 en 2007 y unidad 3 en 2012) las evaporadoras respectivas instaladas en la C.T.Punta Prieta, generan una cantidad de salmuera equivalente a 5,7 l/s y generando 4,15 l/s de agua destilada.

Con la entrada en operación de las 286 CCI Baja California Sur V y 235 CCI Baja California Sur IV (2014), no habrá un volumen adicional de salmuera debido a que las evaporadoras incrementaran sus horas de operación para suplir el volumen adicional de agua destilada requerida, por lo que se mantendrá el aporte actual de salmuera de 5,7 l/s.

Considerando la aportación total de las Centrales CCI Baja California Sur, que sería de 5,7 l/s de salmuera y considerando el aporte de salmuera proveniente de las evaporadoras de la CT Punta Prieta I-II, el aumento en la concentración de la salinidad del agua de mar presente en el canal de descarga de la CT Punta Prieta I-II representa un incremento de tan solo el 0,03%.

Para estimar la dispersión de la salinidad sobre un cuerpo receptor (Bahía de La Paz) proveniente de una fuente emisora (canal de descarga de la CT Punta Prieta), se aplicó un modelo matemático.

Para estimar la dispersión de la salinidad sobre un cuerpo receptor (Bahía de La Paz) proveniente de una fuente emisora (canal de descarga de la CT Punta Prieta), se aplicó un modelo matemático.

Los flujos de entrada y salida de agua de mar y la salinidad respectiva para las diferentes condiciones de operación del sistema de evaporadoras de la CT Punta Prieta, considerando la operación actual de la CT Punta Prieta y CCI Baja California Sur, la de la futura 236 CCI Baja California Sur III y en un futuro de la 235 CCI Baja California Sur IV y la 286 CCI Baja California Sur V motivo de esta manifestación, se presentan en la **Tabla VII.5**.

Tabla VII.5. Flujos de entrada y salida de agua de mar y la salinidad respectiva en las diferentes condiciones de operación.

CONDICIÓN	FLUJO DE ENTRADA l/s	SALINIDAD micromhos/cm	FLUJO DE SALIDA l/s	SALINIDAD micromhos/cm
FUTURA CT PUNTA PRIETA y CCI BCS(U1 a U4) y 286 CCI BCS V	6668,89	36 000,0	6661,03	36 011,6
% de incremento de salinidad= 0,03 en el canal de descarga, considerando CT PUNTA PRIETA y CCI BCS (U1 a U4) y 286 CCI BCS V				

Información proporcionada por CFE-DPA

El comportamiento de la dispersión de la pluma de salinidad en la zona de Punta Prieta de acuerdo a las simulaciones realizadas se presenta en las **Tablas VII.6 a VII.8**.

Debido a que existe una mejor dispersión de la salinidad cuando aumenta la velocidad del viento, para los escenarios, se consideraron las condiciones más desfavorables, que consiste en la velocidad más baja: de 0,5 m/s, con ambas direcciones de viento.

Las concentraciones de salinidad se muestran en la **Tabla VII.6**.

Tabla VII.6. Salinidad “normalizada” para los escenarios considerados.

Escenario	Salinidad en la descarga (micromhos/cm)
CT Punta Prieta y CCI BCS (U1-U-4) y 286 CCIO BCS VI	11,6

* Información proporcionada por CFE- DPA 2013.

Se simuló la longitud de la pluma de salinidad hasta una concentración de 20 micromhos/cm para los escenarios: actual y futuros, con viento del norte y del sur (**Tabla VII.7**).

Tabla VII.7. Longitud (m) de la pluma hasta concentración de 20 micromhos/cm.

Escenario	Viento del sur (m)	Viento del norte (m)
CT Punta Prieta y CCI BCS (U1-U-4) y 286 CCIO BCS VI	300,0	1217,3

En la **Tabla VII.8** se muestra el área de la pluma de salinidad hasta concentraciones mayores a 20 micromhos/cm para los escenarios establecidos.

Tabla VII.8. Área (km²) de la pluma de concentraciones mayores a 20 micromhos/cm.

Escenario	Viento del sur (m)	Viento del norte (m)
CT Punta Prieta y CCI BCS (U1-U-4) y 286 CCIO BCS VI	0,0150	0,2200

La simulación de la dispersión con la operación de las Centrales 286 CCI Baja California Sur V 235 y CCI Baja California Sur IV (considerando también la 236 CCI Baja California Sur III operando) en las **Figuras VII.8 y VII.9**.

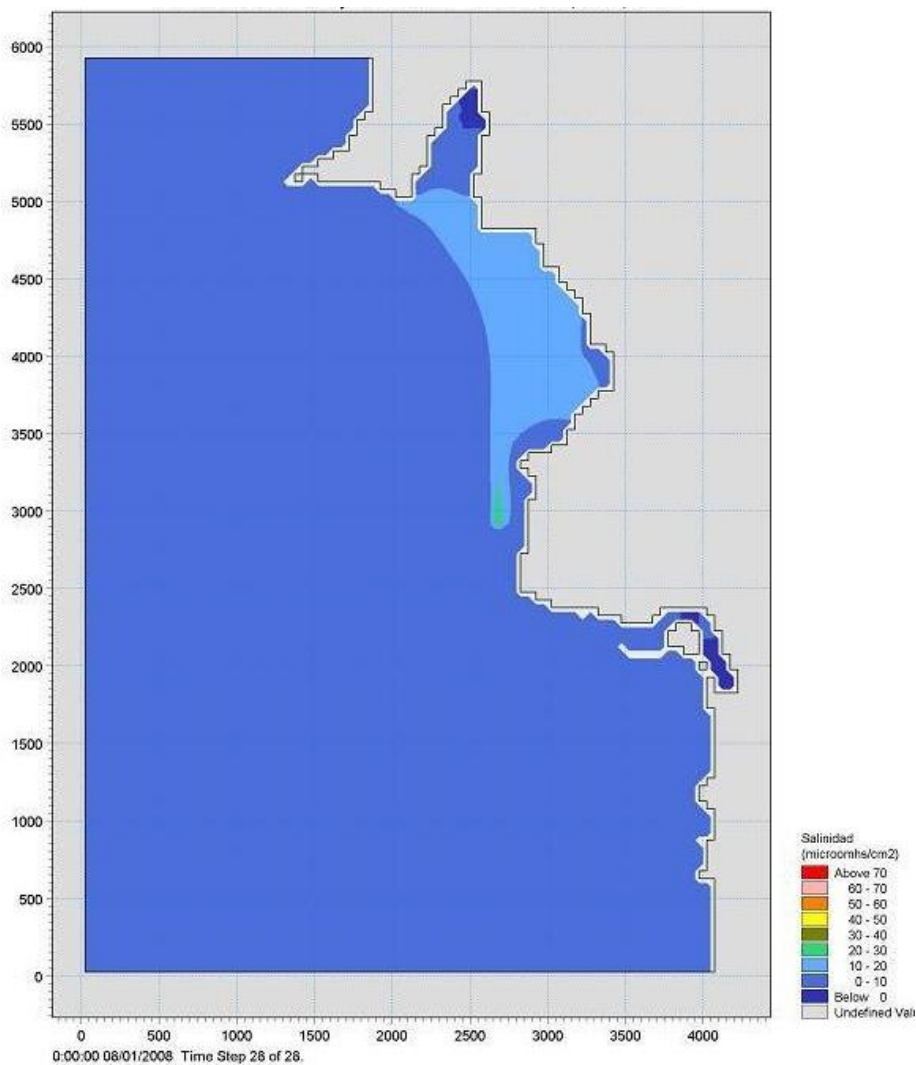


Figura VII.8. Simulación de la dispersión de la pluma de salinidad en Punta Prieta con la operación de las nuevas Centrales. Viento del Sur, vel: 0,5 m/s.

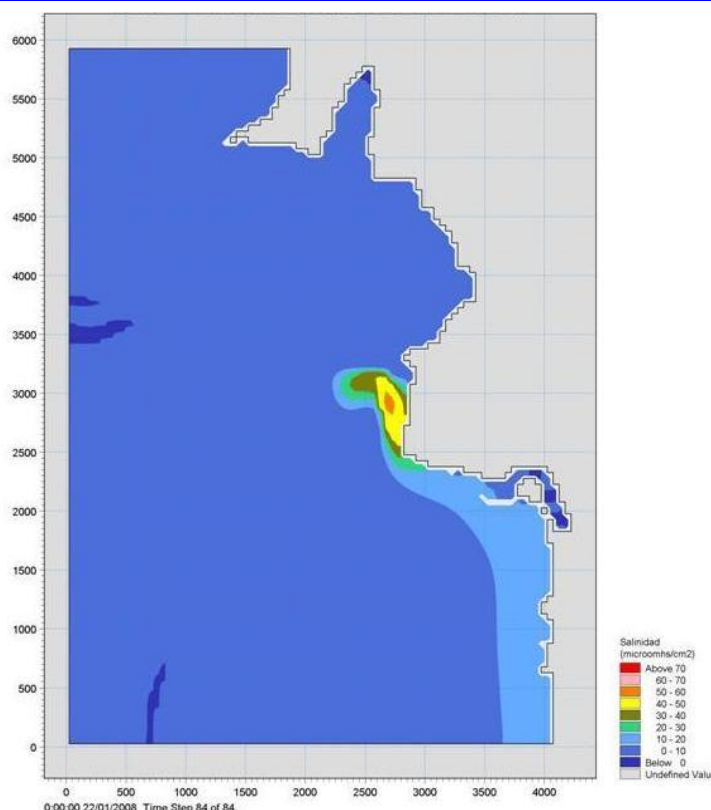


Figura VII.9. Simulación de la dispersión de la pluma de salinidad en Punta Prieta con la operación de las nuevas Centrales. Viento del Norte, vel: 0,5 m/s.

Con la operación de la Central CCI Baja California Sur (cuatro unidades a partir de 2014) y la 286 CCI Baja California Sur V, la descarga se mantendrá con una concentración de 36 011 micromhos/cm lo que representa un incremento de salinidad del 0,03 % lo cual lo hace imperceptible.

Se puede observar que la pluma de dispersión de salinidad en la condición más adversa (**Figura VII.9**) desplaza a no más de 1 000 m y que a esa distancia la concentración de salinidad es de 20 micromhos/cm (12 ppm), siendo que la máxima concentración de salinidad no rebasa los 60 micromhos/cm (36 ppm), considerando que la salinidad promedio del mar es de 36 000 ppm.

En el peor de los casos (viento del Norte 0,5m/s con todas las unidades en funcionamiento), la isohalina +20 micromhos/cm (12,8 ppm) producida por CFE (incremento respecto a la salinidad natural del medio ambiente) tiene un área de 0,22 km².

La corriente en el mar frente a la CT. Punta Prieta produce un mezclado, el cual aumenta conforme aumenta la velocidad de la misma, reduciendo de esta manera el tamaño de la

zona afectada.

Cabe enfatizar que la descarga de la salmuera no se hace directamente en el cuerpo de agua, sino en el canal de salida de la Central donde se diluye y que en la simulación no se considera que, además, la descarga se realice por medio de un emisor submarino en una zona con hidrodinámica media.

De la descripción del escenario modificado y de los pronósticos, puede observarse que a partir de la aplicación efectiva de las medidas de mitigación todos los impactos pueden ser atenuados, eliminándose por completo los impactos muy altos. Asimismo, de acuerdo a las conclusiones de la evaluación de impacto ambiental (capítulo V) y la identificación de medidas de mitigación (capítulo VI) se puede mencionar que ninguno de los anteriores impactos residuales representaría un impedimento para la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

El resumen gráfico de las zonas relevantes del SAR se presentan en la **Figura VII.10**.

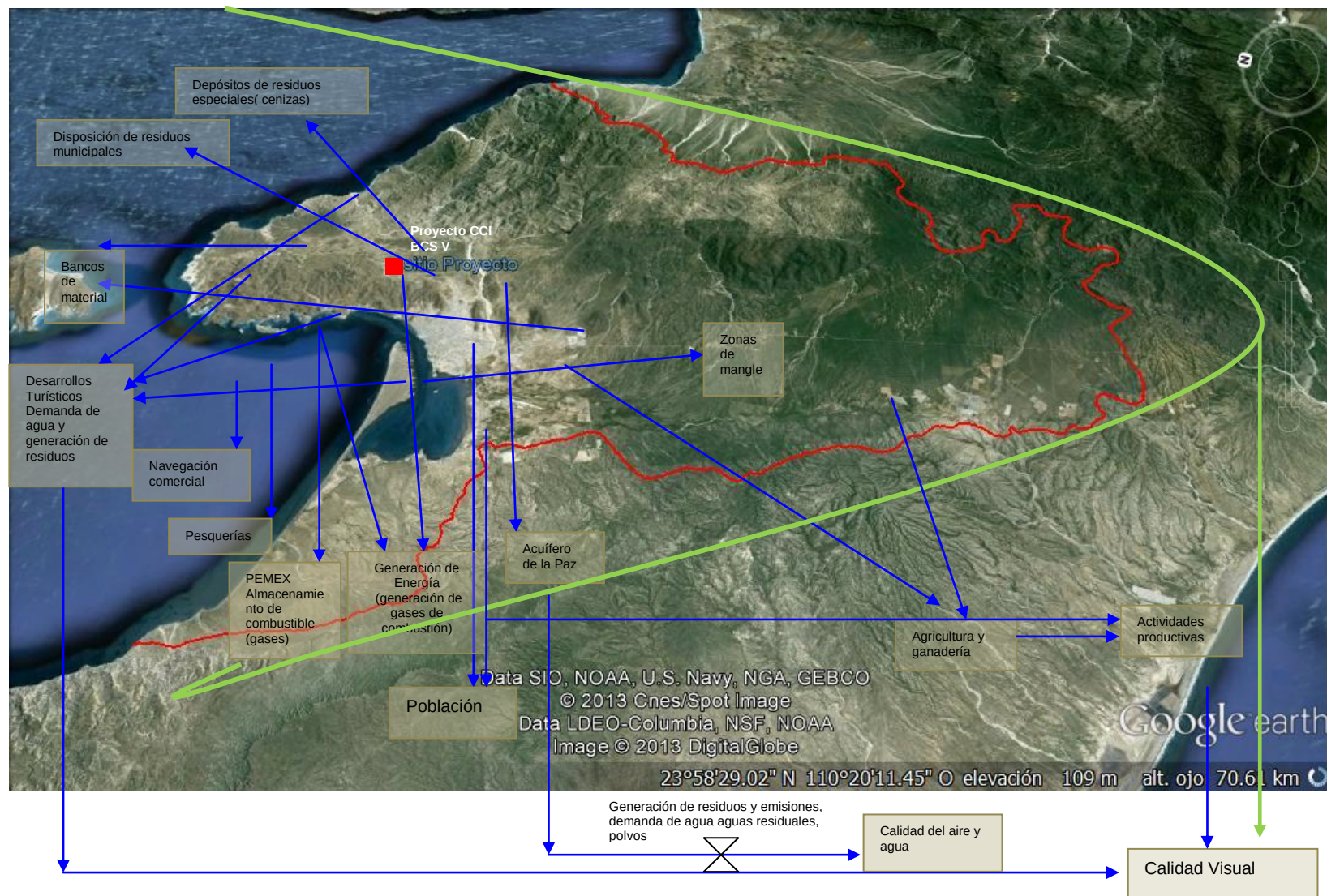


Figura. VII.10. Aspectos relevantes del SAR La Paz.

VII.5 Evaluación de alternativas.

En este caso por las características del Proyecto no se presentan alternativas ya que:

a) **De Ubicación:** Se desarrollará en un sitio contiguo a la CCI Baja California Sur (3 unidades), y la 235 CCI Baja California Sur IV en construcción. Lo anterior favorece el suministro de energía eléctrica debido a la cercanía de los centros de distribución y demanda de la misma. Cabe mencionar que a nivel municipal el uso de suelo esta catalogada como de equipamiento por lo que un sitio apto para desarrollar dicho proyecto.

b) **De tecnología:** La región mantiene una demanda de energía con una tasa crecimiento de anual de 6,4% por lo que se requieren 33 MW, adicionales a la región como carga base, eso implica tener una fuente de suministro con una alta disponibilidad, por lo que el uso de otras fuentes alternas de generación como la solar o eólica, no satisface esa condición y por lo tanto solo pueden ser consideradas como complementarias, por tener una baja disponibilidad.

Por otro lado la 236 CCI BCS V, se trata de una tecnología aplicada para centrales termoeléctricas de tipo motores de combustión interna con la cual se utilizara la infraestructura ya instalada.

Con respecto a la disponibilidad de agua, la ubicación del Proyecto en otro sitio, generaría nuevos impactos por suministro de agua, en este caso se utilizarán las fuentes de abastecimiento que ya son aprovechadas por la C.T Punta Prieta para la Central CCI Baja California Sur (3 unidades) y la 235 CCI Baja California Sur IV que está en construcción hasta 2014, como el acueducto que actualmente se encuentra en operación que transporta agua destilada generada, por lo que no será necesaria la instalación de una nueva evaporadora para la operación del Proyecto 286 CCI Baja California Sur V y el rechazo de las evaporadoras (salmuera) no incrementarán su gasto.

c) **De reducción de la superficie a ocupar:** En el arreglo de planta del Proyecto (el Anexo 2) se aprecia que la distribución de los equipos esta optimizada por lo que se ha logrado el mínimo de superficie viable para Proyectos de Centrales Termoeléctricas de tipo motores de combustión interna.

e) **De compensación de impactos residuales significativos:** Se proponen las medidas identificadas como adecuadas para reducir o eliminar los impactos identificados.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Referencias bibliográficas

- **Abitia-Cárdenas, L.A., J. Rodríguez-Romero, F. Galván-Magaña, J. De La Cruz-Agüero y H. Chávez Ramos.** 1994. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*. 20(2):159-181.
- **Aguado, J, J.L. Sotelo, D.P. Serrano, J.A. Calles, y J.M. Escola,** Energy Fuels, 11 (1997) 1225.
- **Aguirre, G. L, Morafka and Murphy W.R.** 1999. The Peninsular Archipelago of Baja California: A Thousand Kilometers of Tree Lizard Genetics. 55: 369-381.
- **Acevedo, G.A.** 1989. Uso del área por el Tursión (*Tursiops truncatus*) en la Ensenada de La Paz durante el verano de 1987. Tesis profesional. Departamento de Biología Marina, UABCS. 115 pp.
- **Álvarez-Arellano, A.D., H. Rojas-Soriano y J.J. Prieto-Mendoza.** 1997. Geología de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes. p.p. 13-29. En: Urbán R.J. y M. R. Ramírez (Eds), La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación, UABCS, CICIMAR, SCRIPPS, 345 pp.
- **Álvarez, T., y F. de Lachica.** 1991. Zoogeografía de los vertebrados de México. Sistemas Técnicos de edición, S. A de C. V. Instituto Politécnico Nacional, México D. F. 65 pp.
- **Álvarez-Castañeda S.T., Salinas-Zavala C.A. y F. De Lachica.** 1995. Análisis biogeográfico del Noroeste de México con énfasis en la variación climática y mastozoológica. Acta Zool. Méx. (n.s) 66: 59-86.
- **Álvarez- Castañeda, S. T., y J. L. Patton.** 2000. Mamíferos del Noroeste Mexicano II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 2:584-873.
- **Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith.** 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome, Italy. 300 p.
- **Anderson, E.F.** 2004. The Cactus family. Timber Press. Portland-Cambridge. 776 pp.
- **Aranda M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.
- **Aranda-Gómez, J.J. y Pérez-Venzor, J.A.** 1995. Reconocimiento geológico en el límite occidental del bloque de los Cabos, Baja California Sur. UABCS. 3ª Reunión internacional sobre geología de la península de Baja California.
- **Aranda-Gómez J.J. y J. A. Pérez-Venzor.** 1988. Estudio geológico de Punta Coyotes, Baja California Sur. Univ. Nac. Autón. México, *Inst. Geología Revista*, 7(1):1-21.
- **Arias-Aréchiga, J.P.** 1998. Regionalización del Golfo de California: una propuesta a partir de concentración de pigmentos fotosintéticos. Tesis de licenciatura, UABCS, La Paz, B.C.S., 148 p.

- **Arreola-Robles, J.L.** 1998. Diversidad de Peces de arrecife en la región de La Paz, B.C.S. México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. 89 p.
- **Atwater, T.,** 1970. Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of western North America. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, V.81,. 3313-3536 P.
- **Axelrod, D.I.** 1979. Age and origin of the Sonoran Desert vegetation. *Occasional Papers of California Academy of Sciences.*, 132: 1-74.
- **Arreola, L.J.A.** 1991. Larvas de peces en La Ensenada de La Paz, B.C.S. (1984). Tesis profesional. Depto. de Biol. Mar. UABCS. 94 pp.
- **Balart E.F., J. L. Castro-Aguirre y F. De la Chica-Bonilla.** 1997. Análisis comparativo de las comunidades ícticas de fondos blandos y someros de la Bahía de La Paz, B.C.S., en J. Urbán y M. Ramírez (eds), *La Bahía de La Paz: Investigación y Conservación*, UABCS-CICIMAR-SCRIPPS: 163-176.
- **Balmer, O.** 2001. Species lists in ecology and conservation: Abundance matter. *Conserv. Biol.* 16:1160-1161.
- **Becerra, J.X.** 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(31), 10919-10923.
- **Becerril M., F., R. Carmona** 1997. Anidación de aves acuáticas en la ensenada de La Paz, Baja California Sur, México (1992-1994). *Ciencias Marinas*, 23(2):265-271.
- **Bernáldez, F.G.** 1984. Ecología y Paisaje. Ed. Blume.
- **Bertrand, G.** 1978. Le paysage, entre la Nature et la Societé. *Rev. Geog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, XLIII: 127-133.
- **Betts, A.K., J.H. Ball, A.C.M. Beljaars, M.J. Miller y P. Viterbo.** (1996).The land surface-atmosphere interaction: A review based on observational and global modeling perspectives. *J. Geophys. Res.* 101:7209–7225.
- **Beier, E.** 1997. A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. Carranza-Edwards, A., M. Gutiérrez-Estrada y R. Rodríguez-Torrez. 1975. Unidades Morfo-tectónicas Continentales de las Costas Mexicanas. *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Autón. México*, 2 (1): 81-88.
- **Bojórquez-Tapia L. A., E. Ezcurra and O. García.** 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Environmental Management.* 53, 91–99.
- **Bolos, M.** 1981. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. *Rev. De Geografía*, Vol. XV (1-2): 45-67. Univ. de Barcelona.
- **Borgatti, S.P., MG Everett y L.C. Freeman.** 2002. UCINET VI: Software for Social Network Analysis, Analytic Technologies, Harvard.
- **Briones, O.** 1994. Origen de los desiertos mexicanos. *Ciencia* 45:264
- **Brown, J.H.** 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *America Naturalist.* 124: 255-279.
- **Brusca, R.C.** 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. University of Arizona Press. Tucson, Arizona, 511 pp.
- **Bullock, S. et al.** 2008. Flora and vegetation of an isolated mountain range in the desert of Baja California. *The Southwestern Naturalist* 53(1):61–73
- **Burke, D.G., E.J. Meyers, R.W. Tiner, Jr. y H. Groman.** 1988. Protecting non-tidal wetlands. Planning Advisory Service Report Number 412/413. American Planning Association. Washington, D.C.

- **Bustillos-Guzmán, J. J.** 1981. Caracterización de tres zonas de manglar del Golfo de California México, de acuerdo a la composición específica, diversidad, densidad y dominancia de las comunidades de diatomeas. Tesis profesional. La Paz, B.C.S., México, CICIMAR -IPN: 58 p.
- **Calderón, C., G. Anaya, M.A. de la Cueva, O. Aburto.** 2008. Balandra: El bosque costero de La paz. CONABIO. *Biodiversitas* 78:1-7.
- **Campa, M. F. y Coney, P. J.** 1982. Tectono-Stratigraphic terrones and mineral resource distribution in México. *Earth SCI. Vol. 20.*
- **Canter, Larry W.** 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill XXIV, 841 p
- **Capital Natural de México, CONABIO,** 2009. Vol. II Estado de Conservación y tendencias.
- **Carabelli, F.** 2002. A Proposal for the Development of Tourism in the Forested Landscapes of Tierra del Fuego, Patagonia, Argentina. *Tourism Analysis. Vol. 6,* pp. 185-202.
- **Carabelli, F.** 1999. Entwicklung von Leitbildern für eine nachhaltige Landnutzung in Feuerland, Argentinien. (Desarrollo de prototipos para el uso sustentable de la tierra en Tierra del Fuego, Argentina). Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias Forestales, Universidad Ludwig-Maximilians. Munich. Ed. Logos. 207 p.
- **Casas-Valdez M.M., M. Cruz-Ayala y G.E. López.** 1997. Algas marinas bentónicas más abundantes en la Bahía de La Paz, B.C.S., en J. Urbán y M. Ramírez (eds), la Bahía de La Paz: Investigación y Conservación, UABCS-CICIMAR-SCRIPPS: 83-92.
- **Ceballos, G. y G. Oliva.** 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp.
- **Cendrero, A. y J. R. Díaz de Terán.** 1987. The environmental map system of the University of Cantabria, Spain. In: Mineral Resources extraction, environmental protection and land-use planning in the industrial and developing countries (P. Arndt y G. Lutrig eds.). Stuttgart. 149-181 pp.
- **Cervantes, M.** 1994. Guía regional para el conocimiento, manejo y utilización de los humedales del noroeste de México. ITESM-Campus Guaymas/CECARENA/ Wetlands for the Americas, México.
- **Cervantes-Duarte, R., R. Guerrero-Godínez.** 1988. Variación espacio-temporal de nutrientes de la Ensenada de La Paz, B.C.S. México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.* 15(2), 129-142.
- **Choumiline, K., L. Godínez-Orta, N. Nikolaeva, A. Derkachev y E. Shumilin.** 2009. Evaluation of contribution sources for the sediments of the La Paz Lagoon, based on statistical treatment of the mineralogy of their heavy fraction and surrounding rock and drainage basin characteristics. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 61(1): 97-109.
- **CITES.** 2010. Appendices I, II, III, to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. CITES Parties at the Ninth Conference of the Parties. U.S. Fish and Wildlife Service.
- **Cody, M.L.** 1968. On the methods of resource division in grassland bird communities. *American Naturalist.* 102: 107-147.
- **Comisión Nacional del Agua.** 2011. Subdirección General Técnica Servicio Meteorológico Nacional Subgerencia de Pronóstico Meteorológico Resumen de la temporada de ciclones tropicales. Consultado en línea: <http://smn.cna.gob.mx/2011>

- **Consejo de Recursos Minerales (CRM).** 1999. Monografía Geológica- Minera del Estado de Baja California Sur. Pachuca Méx. 237 p.
- **CONANP,** 2013. Comisión Nacional de Áreas Protegidas, consultada en línea. <http://www.conanp.gob.mx>.
- **CONAPO,** 1995, Índice de Marginación por localidad 1995, Consejo Nacional de Población, México.
- **Cortés-Altamirano E. y A. Núñez-Pastén.** 2000. *Prorocentrum mexicanum*, TAFALL, 1942 o sp. nov? En Estudios sobre Plancton en México y el Caribe Rios-Jara et al., Eds. Soc. Mex. de Planctología y Universidad de Guadalajara. 89-90 p.
- **Cortés-Altamirano, R. y R. S. Luna.** 1998. Lista mundial de microalgas responsables de florecimientos, mareas rojas y tóxicas, p. 141-153. En: Cortés A. R. (comp.). Las Mareas Rojas, ATG editor S.A., D.F., México.
- **Corraliza, J. A.** 1993. Reacciones psicológicas a la estimulación escénica. *Ecosistemas*, 6: 46-49
- **Cruz Ayala, M. B.** 1996. Variación espacio-temporal de la ficoflora y su abundancia relativa en la Bahía de La Paz, B.C.S. México. La Paz, B.C.S. México, CICIMAR-I.P.N.: 100 p.
- **Cruz-Falcón, Mayer-Geraldo S., Munguía-Orozco L y T Valdez-López,** 1998 Red sísmica temporal de la Paz: Boletín de información sísmica (Noviembre – Diciembre de 1996). GEOS Vol 8. No. 1.11-15 p.
- **Cruz-Orozco, R., C. Martínez-Noriega. y A. Mendoza-Maravillas.** 1996. Batimetría y sedimentos de la bahía de La Paz, B. C. S., México. *Océánides*, 11 (1): 21-27.
- **Cruz-Orozco, R., A. Mendoza-Maravillas y C. Martínez-Noriega.** 1990. Profundidades y formas de la Bahía de La Paz. Geonotas No. 1. Depto. De Geología Marina, UABCS, 90 pp.
- **Damon, P., Muhammad S. and Kennet, F. C.,** 1981. Evolución de los arcos magmáticos en México y su relación con la metalogénesis. UNAM. Instituto de Geología, Revista Vol. 5 No. 2, 223-238 p.
- **Daniel, T.F.** (1997) The Acanthaceae of California and the peninsula of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 49(10), 309-403.
- **Dempsey, C.R. y E.T. Oppelt.** 1993. Incineration de hazardous waste: a critical review update. *Air and Waste* 43:25-73.
- **Del Moral-Romero, A.C.** 1997. Flora y fauna del complejo insular Espíritu Santo, B.C.S. Tesina de Licenciatura, UABCS, Depto. de Biol. Mar. UABCS. 25 pp.
- **De la Cruz Agüero, G.** 2010. El hiperbentos en el estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S. Doc. Técnico. 4 p.
- **Días-Rivera, E., G. Padilla-Arredondo y S. Pedrín-Avilés.** 1983. Evolución geológica de la laguna costera Enfermería en la bahía de la Paz, durante la transgresión Holocénica. La Paz, Baja California Sur, México. Universidad autónoma de Baja California, Sur, Tesis licenciatura, 59 p.
- **Elias, E.P.L., J. Cleveringa, M.C. Buijsman, J.A. Roelvnik y M.J.F. Stive.** 2006. Field and model data analysis of sand transport patterns in Texel Tidal Inlet (the Netherlands). *Coastal Engineering*, 53, 505-529.
- **Escamilla-Montes, R.** 1998. Aspectos de la biología de las jaibas del genero *Callinectes* en el estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S. Tesis de maestría. La Paz, B.C.S. México, CICIMAR - I.P.N.: 96 p.

- **FAO, ISRIC y SICS.** 1998, Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelos, Centro Internacional de Referencia e Información de suelos. 87 p.
- **Ferrari** ,1995 Miocene Shearing along the Northern Boundary of the Jalisco block and the opening of the Southern Gulf of California. *Geology*, Agust. V 23: no. 8: 751-754 p.
- **Flores Z. E.**, 1998 Geosudcalifornia: Geografía, Agua y Ciclones. UABCS. 277 pp.
- **Flores-Ramírez, S., J. Urbán-Ramírez, G. Villarreal-Chávez y R. Valles-Jiménez.** 1996. Cambios espaciales y temporales de la estructura comunitaria de los cetáceos en la Bahía de La Paz, B.C.S., México (1988-1991). *Ciencias Marinas* 22(2):151-173.
- **Flores-Villela, O.** 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. En: Biological diversity of Mexico: origins and distribution. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds) Oxford University Press, New York.
- **Flores-Villela, Oscar & McCoy, C. J., ed.** 1993. Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History Special Publication, no. 17. Carnegie Museum of Natural History. Pittsburgh, Pennsylvania, USA. iv + 73. ISBN: 0-911239-42-1.
- **Forman, R. T. T. Y M. Gordón.** 1986. Landscape Ecology. John Wiley & Sons.
- **Frizzell, V. A., Fox, L. K., Moser, F. C. and Orte K.M.** 1984 Late cretaceous granitoids, Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico: EOS, V 65 No. 45 1151 p.
- **García, E.** 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen OFFSET Larios. México D.F.; 217 p
- **Galina, P., Cortés P.y S. Alvarez.** 2008. Fauna Terrestre. En: Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para la 235 CCI Baja California Sur IV.
- **Galván Piña, V. H.** (1998). Estructura de la comunidad de peces capturada con redes agallera y charalera en Bahía de La Paz, B.C.S. La Paz, B.C.S. México, CICIMAR - I.P.N.: ix, 109 p.
- **García, E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México, Offset Larios, 217 p.
- **García, E.** 1989. Hoja IV.4.10, "Climas", Atlas Nacional de México, Vol. II, escala: 1:4,000 000, México, *Instituto de Geografía, UNAM*.
- **Gastón K.J.** 1996. The multiple forms of the interestpecific abundance-distribution relationship. *Oikos*. 76: 211-220.
- **Gastil G., D. Krumenacher; J. Doupont; J. Buchee; W. Jensky y D. Barthelmy.** 1976. La Zona Batolítica del Sur de California y el Occidente de México. *Bol. Soc. Geol. Mexicana* XXXVII, 84-90.
- **Gendron, D.** 1993. Índice de avistamientos y distribución del Género *Balaenoptera* en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril de 1988. *Rev. Int. Cient. Ser. Cienc. Mar. Vol. 1 (No. Esp. SOMEMMA 1) UABCS: 21-30.*
- **Godín, G., De la Paz-Vela, R, Rodríguez, N. y Ortiz, M.** 1980. Revisión de los datos de mareas para la costa occidental de México disponibles en el CICESE e interpretación de resultados. Informe Técnico OC-80-02, CICESE, Ensenada, B.C., México, 35 p.
- **Gómez-Valdés, J., J.A. Delgado y J.A. Dworak.** 2003. Overtides, compound tides and tidal-residual current in Ensenada de La Paz lagoon, Baja California Sur, Mexico. *Geofísica Internacional*, 42(4): 623-634.

- **González-Abraham, Ch., Garcillán, P. y E. Ezcurra.** 2010. Ecorregiones de la península de Baja California: Una síntesis. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 87: 69-82.
- **González-Navarro E. Y R. Saldierna-Martínez.** 1997. Zooplancton de la Bahía de La Paz, B. C. S. (1990-1991). En: J. Urbán y M. Ramírez (eds), *La Bahía de La Paz: Investigación y Conservación*, UABCS-CICIMAR-SCRIPPS: 43-58.
- **Grivel, P.F. y F.V. Grivel.** 1993. Tablas de predicción de mareas 1993. Puertos del Pacífico. Servicio Mareográfico Nacional. Instituto de Geofísica, UNAM.
- **Grismer, L. L.** 2002. *Amphibians and Reptiles of Baja California Including its Pacific islands and the Islands in the sea of Cortés.* University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, USA. 399 pp.
- **Gunderson, L. H., y C. S. Holling.** 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems.* Island Press, Washington, D.C., USA.
- **Hausback, B. P.** 1984. Cenozoic volcanic and tectonic evolution of Baja California Sur, Mexico. En: Frizzell, V. A., Jr. (Ed.), *Geology of the Baja California Peninsula, Pacific section*, Soc. Econ. Paleont. and Mineral., 39, 219-236.
- **Heim A.** 1922. Notes on the Tertiary of Southern Lower California. *Geol. Mag. Vol. 59 No. 709 p.p. 529-547.*
- **Hernández-Carmona G.** 1985. Variación estacional del contenido de alginatos en tres especies de feofitas de Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR. 2(1):29-45.*
- **Hinojosa-Larios, J.A.** 2007. Caracterización de los perfiles verticales de clorofila "a" en una bahía subtropical del Pacífico Mexicano. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., 119 p.
- **Holguín-Quñones O. E. Y F. A. García-Domínguez.** 1997. Lista anotada de las especies de moluscos recolectadas en la Bahía de La Paz, B. C. S., en J. Urbán y M. Ramírez (eds), *La Bahía de La Paz: Investigación y Conservación*, UABCS-CICIMAR-SCRIPPS: 93-118.
- **Howell, S. y S. Webb** (1997). *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America.* 857 pp. Oxford University Press. New York. 857 pp.
- **Hurlbert S. H.** 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.
- <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>. (DE 2 de abril de 2010)
- <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/ciclones.html> (DE 2 de abril de 2010)
- <http://www.agr.kuleuven.ac.be/lbh/lsw/software.html>. (DE 2 de abril de 2010)
- **INAPESCA-CIBNOR.** 2012. Elementos para el ordenamiento de la maricultura en el Pacífico Norte y Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Informe Técnico Externo.
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática).** 1996. Estudio Hidrológico del estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Ags. México. 205 p.
- **INEGI** 1994. Carta Geológica 1:250 000, La paz, G12-10-11.
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática).** 1988. Carta Geológica La Paz. Esc. 1:250.
- **INEGI - Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.** 1987, Carta edafológica, La Paz G12-10-11, escala 1:250,000: Baja California Sur, México.
- **INEGI - Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.** 1987, Carta edafológica, San José del Cabo F12-2-3-5-6, escala 1:250,000: Baja California Sur, México.
- **INEGI,** 1985 Carta Edafológica Santa Rosalía 1: 250 000

- **INEGI**, 1985 Carta de aguas subterráneas Santa Rosalía 1: 250 000
- **INEGI**, 1985 Carta de superficiales Santa Rosalía 1: 250 000
- **INEGI**, 1985 Cartas Topográficas Santa Rosalía 1: 50 000
- **INEGI**, 1988. Carta de Uso de Suelo y Vegetación Santa Rosalía 1:250 000,
- **INEGI**, 1988. Carta Geológica La Paz 1:250 000,
- **INEGI**, 1990, XI Censo General de Población y Vivienda de Baja California Sur, Instituto Nacional de Estadística, Geografía.
- **INEGI**, 1995, Conteo 1995 de Población y Vivienda de Baja California Sur, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.
- **INEGI**, 1996, Estudio Hidrológico del Estado de Baja California Sur, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.
- **INEGI**, 2000, Anuario Estadístico del Estado de Baja California Sur, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- **INEGI**, 2000, Cuaderno Estadístico Municipal de Mulegé, B.C.S., Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.
- **INEGI**, 2000, XII Censo General de Población y Vivienda del Estado de Baja California Sur, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- **INEGI**, 2001, Indicadores de empleo y desempleo, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- **Inman, D. L. y C. E. Nordstrom**. 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts. *J. Geol.*, 79 (1) 1-21.
- **Jiménez-Illescas, A.R., M. Obeso-Nieblas y D.A. Salas de León**. 1997. Oceanografía física de la Bahía de La Paz, B.C.S. p.p. 31-41. En: Urbán R.J. y M. R. Ramírez (Eds), La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación, UABCS, CICIMAR, SCRIPPS, 345 pp.
- **Jost, L**. 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity and Distributions*. 16:65-76.
- **Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetmaa, R. Reynolds, R. Jenne, y M.A. Keen**. 1996. Sea shells of tropical West America. Stanford University Press. Stanford, California. 1064 p.
- **Kamphuis, J.W**. 2000. Introduction to coastal engineering and management. Advanced series in Ocean Engineering- Vol 16. World Scientific Publishing Co. Singapore, 437 pp.
- **Karr, J. R**. 1994. Biological monitoring: challenges for the future. En: S. L Loeb, y A. Spacie (eds.). Biological monitoring of aquatic systems. Lewis Publishers, Boca Ratón. Pp. 357-373.
- **Klinowsaka, M**. 1991. Dolphins, porpoises and whales of the world. The IUCN Red Data Book, IUCN. Cambridge, UK. 29 pp.
- **Lankford, R. R**. 1976. Coastal lagoon Mexico: their origin and classification. En: Wiley, M. (ed.), Estuarine Process, Academic Press Inc., pp. 182-215.
- **Latorre, C. y L. Penilla**, 1988. Influencia de los ciclones en la precipitación de Baja California Sur. *Atmósfera*, 1(2):99-112
- **Lavaniegos, B.E. y D. López-Cortés**. 1997. Fatty acid composition and community structure of plankton from the San Lorenzo Channel, Gulf of California. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 45: 845-854.

- **León de la Luz, J. L., J.J. Pérez Navarro y A. Breceda.** 2000. A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *Journal of Vegetation Science* 11(4):555-564.
- **León de la Luz, J.L.** 1999. Flora y vegetación de la region del Cabo, Baja California Sur, Mexico. Tesis Docotroal. Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur. 97 pp.
- **León de la Luz, J. L. J. J. Pérez Navarro, M. Domínguez L. y R. Domínguez C.** 1999. Flora de la Región del Cabo de Baja California Sur. Listados florísticos de México Vol. XVII. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 39 p.
- **León de la Luz, J. L., J. J. Pérez Navarro & A. Breceda.** 2000. A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *Journal of Vegetation Science* 11: 555-564.
- **León de la Luz, J. L. y J. J. Pérez Navarro.** Año 2001. Proyecto: Informe técnico sobre 10 cactáceas de la Península de Baja California. CONABIO. Proyecto: W014.
- **Lluch-Cota, S.E. y J.P. Arias-Aréchiga.** 2000. Sobre la importancia de considerar la existencia de centros de actividad biológica para la regionalización del océano: el caso del Golfo de California. En: Lluch-Belda, D. et al. (eds). BAC, Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano, Editorial CIBNOR-CONACYT, pp 255-263.
- **López-Ramos, E.** 1979. Geología de México Tomo II. UNAM, México, D.F. 454 p.
- **López J.C y L. Marone.** 1996. Efectos de la riqueza y de la equitatividad Sobre los valores de diversidad en comunidades de aves. *Ecología*, (10): 447-455.
- **López-Rocha J. A., E. F. Félix-Pico y M. E. Hernández-Rivas.** 2012. Productividad secundaria en los esteros de la barra de arena El Mogote en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 22(1): 79-88.
- **Lozano, F.** 1976. Evaluación petrolífera de la península de Baja California. *Vol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, V. XXVII No. 4-6. P. 106-303.*
- **Lyle M., and Ness G. E.,** 1981. The Opening of the southern Gulf of California. The Gulf and peninsular province of the Californias. Ed. Dauphin P. and Simone B. American Association Petroleum Geologists. AAPG Memoir 47. P. 403-423
- **Magurran, A. E.** 1989. Diversidad Ecológica y su Medicion. Ed. Vedrá. Barcelona, España. 195 pp.
- **Mammerickx, j. and Klitgord, K. M.,** 1982. Norther East Pacific Rise: Evolution from 25 m.y. b. P. to the present. *Journal of Geophysical Research.* 87:87-125 p.
- **Marinone, S.G. y Lavín, M.F.** 1997. Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. En: Contribuciones a la Oceanografía Física en México (Lavín, M.F., ed.), Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, 113-138 pp.
- **Martínez Vega, J., Martín Isabel M. P. y Romero Calcerrada, R.** 2003: "Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 1-21. ISSN:1578-5157
- **Martínez Carretero, E. y F. Roig.** 1992. El paisaje en los estudios de vegetación. Un ensayo para la Patagonia mendocina. *Parodiana* 7 (1-2): 165-178.
- **Medellín R.A., Arita H.T., Sánchez O.** 1997. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. México, DF: Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., 84 p.

- **Medina-Rendón, M. D.** 1979. Análisis sobre la distribución horizontal de organismos planctónicos en el sur del Golfo de California, con referencia especial al Phylum Chaetognatha. Tesis de maestría. La Paz, B.C.S., México, CICIMAR - I.P.N.: 111 p.
- **McCloy, Cecilia.** 1984. Stratigraphy and depositional history of the San Jose del Cabo trough, Baja California Sur, Mexico: In Frizzel, V. A., Jr., ed. 1984, Geology of the Baja California Peninsula. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section*, v. 39, p. 267-273.
- **Molina-Cruz A., L. Pérez-Cruz y M.A. Monreal-Gómez.** 2002. Sedimentology. 49, 1401–1410.
- **Monografía Geológica-Minera del estado de Baja California Sur,** 1999. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Coordinación general de Minería, Consejo de Recursos Minerales. La Paz, BCS. Diciembre de 1999.
- **Morales-Pérez, R.A. y G. Gutiérrez.** 1989. Mareas en el Golfo de California. *Geofísica Internacional*, 28, 25-46.
- **Morales, E.R., y H. R. Cabrera-Muro.** 1982. Aplicación de un modelo numérico unidimensional a la Ensenada de La Paz, B.C.S. *Ciencias Marinas* 8(2): 69-89.
- **Moreno, C.E. y P. Rodríguez.** 2011. Commentary: Do we have a consistent terminology for species diversity? Back to the basics and toward a unifying framework. *Oecologia* 167:889-892.
- **Moreno, C.E., Barragan F., Pineda E y P. Pavón.** 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261
- **Munguía L., Gaitán J., M., Wong O., V., y S. Mayer.,** 1992. Microsismicidad en la zona norte de la falla de La Paz, Baja California Sur, México. *Geofísica Internacional*, Volumen 31 No. 3 276-287 p.
- **Munguía-Orozco L., Váldez-López T., Navarro-Sánchez M., Cruz-Falcón A y S Mayer – Geraldo.** 1997. Red sísmica temporal de La Paz: Boletín de información sísmica (Septiembre – Octubre de 1996). GEOS Marzo de 1997.
- **Murillo-Muñeton, Gustavo.** 1991. Análisis petrográfico y edades K/Ar de las rocas metamórficas e ígneas, pre-Cenozoicas de la región La Paz-Los Cabos B.C.S., México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Primera Reunión Internacional sobre geología de la península de Baja California. Resúmenes, p. 55-56.
- **Nava-Sánchez, E., F. Salinas-González, R. Cruz-Orozco, S. Rueda-Fernández y L. Godínez-Orta.** 1994. Beach profiles and their relation to waves and grain size at the southern tip of the peninsula of Baja California, Mexico. *Investigaciones Marinas, CICIMAR* 9 (1):25-41.
- **National Geographic.** 2002. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic; Fourth Edition. Washington, D.C. 480 p.p.
- **Naveh, Z. y A. S. Lieberman.** 1984. Landscape ecology. Springer-Verlag.
- **Nelson, E.W.,** 1978. Nelson, E.W., 1909. Eleven new mammals from Lower California. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 22:23-28.
- **NOAA.** 2013. Large Marine Ecosystems of the world. National Oceanic and Atmospheric Administration. Consultado en línea. <http://www.lme.noaa.gov>
- **Obeso-Nieblas, M., A.R. Jiménez-Illescas y S. Troyo-Diéquez.** 1993. Modelación de la marea en la Bahía de La Paz, B.C.S. *Inv. Mar. CICIMAR*, 8(1): 14-22.

- **Obeso-Nieblas, M.** 1986. Propagación de la constituyente M2 de la marea en la bahía de La Paz, B.C.S., México, mediante un modelo bidimensional hidrodinámico numérico. Tesis de Maestría, CICIMAR, La Paz, B.C.S. 125 p.
- **OMM**, 1990. Guía de prácticas climatológicas. Comisión Nacional del Agua. Ginebra
- **Ortega-Gutiérrez, F.** 1982. Evolución magmática y metamórfica del complejo cristalino de la Paz, B.C.S., Sociedad Geológica Mexicana, 6ª Convención Geológica Nacional.
- **Ortiz-Pérez M. A. y L.M. Espinoza-Rodríguez.** 1991. Clasificación morfológica de las costas de México. *Geografía y Desarrollo*, 11(6):2-9.
- **Ovalle-Serafín.** 1997. La Pesca en el complejo insular Espíritu Santo, B.C.S., 55 pp.
- **Padilla-Arredondo, G., E. Díaz-Rivera y S. Pedrín-Avilés.** 1985. Transgresión Holocénica en la laguna costera Enfermería de la bahía de La Paz, B.C.S., México: Universidad Nacional Autónoma de México, Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, 12, 47-58.
- **Palomares, G.R.** 1996. Estructura espacial y variación estacional de los copépodos en La Ensenada de La Paz. *Océánides* 11(1):27-35.
- **Pantoja-Alor, Jesus y Carrillo-Bravo, José.** 1966. Bosquejo geológico de la región Santiago, San José del Cabo, Baja California. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, v. 17, No. 1-2, p. 1-11.
- **Papenfuss, J.T.** 1982. The Ecology and Systematics of the Ambhisbaenian Genus Bipes. Occasional papers of the California Academy of Sciences. No. 136.
- **Pedrín-Avilés, S., G. Padilla-Arredondo, E. Díaz-Rivera. L. Sirkin y R. Stuckenrath.** 1992. Estratigrafía del Pleistoceno superior-Holoceno en el área de la laguna costera de Balandra. Estado de Baja California Sur. Univ. Nac. Autón. México, *Inst. Geología, Revista*, 9(2): 170-176.
- **PEMEX.** 1976, Petróleos Mexicanos. Prospección Geológica en Baja California. Reporte Técnico de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos, p. 33-44.
- **Penman-Monteith** method follows the FAO Irrigation and Drainage Paper No.56 (1998)
- **Pérez-Cruz, L. y J. Urrutia-Fucugauchi.** 2010. Holocene laminated sediments from the southern Gulf of California: geochemical, mineral magnetic and microfossil study. *J. Quaternary Sci.*, 25, 989–1000. ISSN 0267-8179.
- **Pérez-Cruz, L. y J. Urrutia-Fucugauchi.** 2010b). Characterization of distal turbidities In marine sedimentary sequences using magnetic mineral data and factor analysis of microfossils assemblages. *Stud. Geophys. Geod.*, 54 (2010): 595-606.
- **Pérez Lezama, E. L.** 2005. Análisis de la Relación entre la hidrografía y el ictioplancton superficial de la Bahía de La Paz, B.C.S., México (2001-2002). Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. 85 p.
- **Pérez-Nevarez, V.** 1995. Zonación y estructura de la comunidad de moluscos bivalvos en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría, La Paz, B.C.S., México, CICIMAR - I.P.N. 91 p.
- **Pérez Navarro, J. J.** 2001. El género *Bursera* Jacq. ex L. en la Península de Baja California. Tesis de maestría. Dirección de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 110 p.
- **Pérez Navarro, J.J.** 1995. La vegetación de ambientes costeros de la Región del Cabo, Baja California Sur: aspectos florísticos y ecológicos. Tesis de Biólogo, UNAM-Iztacala. 90p.

- **Perrier, A.** 1984. Updated evapotranspiration and crop water requirement definitions. In: Perrier, A., Riou, C., (Eds.), *Les Besoin en Eau des Cultures*, Conference International Paris, 11–14 September, pp. 885–887.
- **Preston-Mafham, Rod & Ken,** 1991. *Cacti: The illustrated dictionary*. Blandford, London. 224 pp.
- **Rebman, J. P.** 2001. Succulent diversity in Lower California, México. *Cactus and Succulent Journal* (U. S.) 73(3): 131-138.
- **Rodríguez-Estrella, R.** 1997. Factores que condicionan la distribución y abundancia de las aves terrestres en el desierto xerófilo de Baja California Sur, México: El efecto de los cambios en el hábitat por actividad humana. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. Tesis doctoral 301 pp.
- **Rzedowski, J.** (2006) *Vegetación de México*. 1era edn. digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- **Riddle B.R., Hafner, D.J., Alexander, L.F. & Jaeger, J.R.** (2000) Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California peninsular desert biota. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(26), 14438-14443.
- **Ricotta, C.** 2005. Trough the jungle of biological diversity. *Acta Biotheoretica* 53:29-38.
- **Riosmena-Rodríguez R. Y L. Paul-Sánchez.** 1997. Sistemática y biogeografía de Macroalgas de la Bahía de La Paz, B. C. S., en J. Urbán y M. Ramírez (eds), *La Bahía de La Paz: Investigación y Conservación*, UABCS-CICIMAR-SCRIPPS: 59-82.
- **Ripa, P.** 1990. Seasonal circulation in the Gulf of California. *Annales Geophysicae*, 8, 559-564.
- **Ripa, P.** 1997. Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography*, 27,597-614.
- **Ripa, P. y S.G. Marinone.** 1989. Seasonal variability of temperature, salinity, velocity, vorticity and sea level in the central Gulf of California, as inferred from historical data. *Quaternary Journal Research Meteorology Society*, 115,887-913.
- **Roden, G.I. y G.W. Groves.** 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *Journal of Marine Research*, 118: 10-35.
- **Rodríguez De La Cruz, M.C.** 1967. Contribución al conocimiento de los Palaemónidos de México: II. Palaemónidos del Golfo de California, con notas sobre la Biología de *Macrobrachium americanum* Bate. Instituto de Investigaciones Biológico-Pesqueras, México. 373-380 pp.
- **Rodríguez De La Cruz, M.C.** 1987. *Crustáceos Decápodos del Golfo de California*. Secretaria de Pesca, México. 306 pp.
- **Romero-Vadillo, E., O. Zaytsev y R. Morales-Pérez.** 2007. Tropical cyclone statistics in the Northeastern Pacific. *Atmósfera*, 20(2): 197-123.
- **Romero-Vadillo, E.** 2003. Modelación numérica de ondas de tormenta en la Bahía de La Paz y Cabo San Lucas, Baja California Sur. Tesis Doctoral, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., 197 p.
- **Sandoval, J F.y J. Gómez-Valdés.** 1997. Tides and tidal currents in Ensenada de la Paz lagoon, Baja California Sur, México. *Geoffs. Int.* 36, 37-47.
- **Salinas González, F., O. Zaitsev, V. Makarov.** 2003. Formación de la estructura termohalina del agua de la Bahía de La Paz de verano a otoño. *Ciencias Marinas*. 29(1): 51-65.

- **Salinas-Zavala, C.A.** 2003. Respuesta biótica terrestre a la variabilidad climática en el noroeste de México. Tesis de Doctorado. CICESE. 142 p.
- **Sánchez-Ortíz C., J.L. Arreola-Robles, O. Aburto-Oropeza y M. Cortés-Hernández.** 1997. Peces de arrecife en la región de La Paz, B.C.S., en J. Urbán y M. Ramírez (eds), La Bahía de La Paz: Investigación y Conservación, UABCS-CICIMAR-SCRIPPS: 177-188.
- **Sánchez-Velasco, L. E. Beier, C. Avalos-García y M.F. Lavín.** 2006. Larval fish assemblages and geostrophic circulation in Bahía de La Paz and the surrounding southwestern region of the Gulf of California. *Journal of Plankton Research*, 28(11): 1-18.
- **SAS Institute.** 1999. SAS/TAT User's Guide version 8. Cary, North Carolina, USA.
- **Sawlan, M.G. y Smith, J.G.** 1984. Petrologic characteristics, age and tectonic setting of Neogene volcanic rocks in northern Baja California Sur, México, In Frizzell, V.A., Jr, (ed), 1984. Geology of the Baja California Peninsula. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, V. 39, p. 237-251.
- **Sedlock, R.L., Ortega-Gutiérrez, F. y Speed, R.C.** 1993. Tectono-Stratigraphic terrones and tectonic evolution of México. *Geological Society of America Special Paper* 278, 153 p.
- **Seinbeck, J. y E. F. Rickets.** 1941. Sea of Cortez. A Leisurely Journal of travel and research. The Saturday review. Paul P. Appel Pub.
- **SEMARNAT.** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-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. Diario Oficial de la Federación, México D. F.
- **Servicio Sismológico Nacional (SSN).** 2004. Bol. Sismológico Nacional. En línea: <http://www.ssn.unam.mx/> Consulta noviembre 13 de 2012.
- **Sevilla U.** 1994 Reconocimiento Hidrogeológico del valle El Coyote, Baja California Sur, México. Tesis Licenciatura UABCS. 96 p.
- **Shepard, F. P.** 1967. Submarine Geology. Harper and Row. Nueva York, 517 p.
- **Signoret, M. Y H. Santoyo.** 1980. Aspectos ecológicos del plancton de La Bahía de La Paz, B.C.S. *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. UNAM.* 7(2):217-248.
- **Shreve, F.** 1964. Vegetation of the Sonoran Desert. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert, vol. I (ed. by F. Shreve & I. L. Wiggins). Stanford University Press, California.
- **Sirkin L., S. Pedrín-Avilés, G. Padilla-Arredondo, y E. Díaz-Rivera.** 1994. Holocene vegetation and climate of Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, UNAM*, 11(1): 79-86. 1994.
- **Solís-Marín F. A., H. Reyes-Bonilla, M.D. Herrero-Perezrul, O. Arizpe-Covarrubias y A. Laguarda-Figueroas.** 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de La Paz. *Ciencias Marinas.* 23(2): 249-263.
- **Stock, J. M. and Hodges, K. V.,** 1989. Pre-Pliocene extension around the Gulf of California and the transfer of Baja California to the Pacific Plate. *Tectonic* 8 (1): 99-115 P.
- **Tansley, A.G.** 1935. The use and abuse of vegetational terms and concepts. *Ecology* 16, 284-307.
- **Tessitore, J. J. Pinnion y D. DeCresie.** 1990. Thermal destruction of organics air toxic. *Pollution Engineering* 22:3

- **Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch.** 1979. Reef fishes of the Sea of Cortez. University of Arizona Press. 302 pp.
- **Torres-Alfaro, G.M.** 2010. Ecología de la taxocenosis de peracáridos macrobentónicos en playas arenosas protegidas: Análisis multiescala de los patrones ecológicos y consideraciones para el manejo sustentable. Tesis Doctoral, CIBNOR S.C., La Paz, B.C.S. 176 p.
- **Torres-Orozco, E.** 1993. Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, B.C. 80 p.
- **Tramer, E. J.** 1969. Bird species diversity: components of Shannon's formula. *Ecology*, 50: 927-929.
- **Trenholm A.** 1984. Performance Evaluation Of Full-Scale Hazardous Waste Incinerators. Vol. I. Executive Summary. [EPA/600/2-84/181A].
- **Troll, G.** 1971. Landscape ecology (geo-ecology) and biocenology. A terminology study. *Geoforum*, 8: 43-46.
- **Turner, R. M., J. E. Bowers and T. L. Burgess.** 1995. Sonoran Desert Plants, an ecological atlas. The University of Arizona Press. Tucson. p. 121-129.
- **Turner, M. G., Gardner, R. H., O'Neill y R. V.** 2001. Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.
- **Turtle, M.D. D.A.R., Taylor R.A. Medellín y S. Walker.** 2000. Murciélagos y minas. Resource Publication no. 3A, Bat Conservation International, Austin.
- **UICN** 2011. Red list of threatened animals. Unión Mundial para la Naturaleza-Species Survival Commission. Gland, Suiza (<http://www.redlist.org>).
- **Ulanowicz, R. E.** 1986. Growth and Development: ecosystem phenomenology. Springer Verlag. New York. 203 p.
- **Ulanowicz, R. E. y J. Norden.** 1990. Symetrical overhead in flow networks. International Journal of sistematics Sciences. 21(2):429-437 p.
- **Urbán-Ramírez, J., A. Gómez-Gallardo, M. Palmeros-Rodríguez y G. Velásquez-Chávez.** 1997. Los mamíferos marinos de la Bahía de La Paz, B.C.S. En: Urbán-Ramírez, J. Y M. Ramírez-Rodríguez (eds). La Bahía de La Paz: investigación y conservación. UABCS, La Paz, B.C.S., México. 201-236 p.
- **Vázquez Borja, R.** 1999. Análisis comparativo de la ficoflora de Baja California. Tesis de Maestría, La Paz, B.C.S., México, CICIMAR - ipn: 75 p.
- **Velasco-García J.A.** 2009. Ambientes geológicos costeros del litoral de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 70 p.
- **Villalobos-Hiriart J. L., J. C. Nates-Rodríguez, A. C. Díaz-Barriga, M. D. Valle-Martínez, P. Flores Hernández, E. Lira-Fernández, P. S. Valencia.** 1989. Listados Faunísticos de México, I. Crustáceos Estomatópodos Y Decápodos intermareales de Las Islas Del Golfo de California, México. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Biología, UNAM.
- **Villaseñor-Casales. A.** 1976. Distribución de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de La Paz, B.C.S., durante la primavera de 1976. Trabajo presentado en esta conferencia de CalCOFI.
- **Wiggins I. L.** 1964. Flora of the Sonoran Desert. In F. Shreve and I. L. Wiggins, Vegetation and Flora of the Sonoran Desert, vol. I. Stanford University Press, Stanford, Calif. p. 756-760.
- **Wiggins I. L.** 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press, Stanford, Calif. 589-590 p.

- **Wright-Lopez, H.** 1997. Ecología de la captación de la semilla de madreperla *Pinctada mazatlanica* y concha nácar *Pteria sterna* (Bivalvia: Pteriidae), en la Isla Gaviota, Bahía de La Paz, B.C.S., México. La Paz, B.C.S., México, CICIMAR-IPN, 139 p.
- **Zar, J.H.** 1999. Biostatistical Analysis. Cuarta edición. Prentice Hall. New Jersey. 662 pp.

VIII.2 Anexos