



*Acueducto El Florido - Otay  
Manifestación de Impacto Ambiental*

*Junio 2014*



# *Acueducto El Florido - Otay*

## *Manifestación de Impacto Ambiental*

*Modalidad particular, Sector Hidráulico*

*Junio 2014*



Elaborado por:

**Cisco**  
Consultores Ambientales

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

**I.1 Proyecto:**

**I.1.1 Nombre del proyecto**

Acueducto El Florido - Otay

**I.1.2 Ubicación del proyecto**

Se trata de un proyecto lineal con una longitud aproximada de 12.560 km, con origen en el km 28 del Acueducto Rosarito – El Florido, y punto de entrega en la línea fronteriza en la delegación de Otay en Tijuana B.C.

**I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto (acotarlo en años o meses)**

El tiempo de vida útil del proyecto es de 30 años.

**I.1.4 Presentación de la documentación legal:**

En el Anexo A se presenta copia del acta constitutiva con poder del representante legal

**I.2 Promovente**

**I.2.1 Nombre o razón social**

[REDACTED]

**I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente**

[REDACTED]

**I.2.3 Nombre y cargo del representante legal**

Nombre ..... : [REDACTED]

Cargo ..... : Representante legal

Teléfono ..... : [REDACTED]

Correo electrónico ..... : [REDACTED]

**I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal**

Calle y número..... : [REDACTED]

Colonia ..... : [REDACTED]

Código postal..... : [REDACTED]

Entidad federativa..... : [REDACTED]

Municipio o delegación .. : [REDACTED]

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

**I.3.1 Nombre o razón social**

[REDACTED]

**I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

[REDACTED]

**I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.**

Nombre ..... : [REDACTED]  
RFC..... : [REDACTED]  
CURP..... : [REDACTED]  
Cédula profesional ..... : [REDACTED]

**I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.**

Calle y número..... : [REDACTED]  
Colonia..... : [REDACTED]  
Código postal..... : [REDACTED]  
Entidad federativa..... : [REDACTED]  
Municipio o delegación .. : [REDACTED]  
Teléfono(s)..... : [REDACTED]  
Correo electrónico ..... : [REDACTED]



Los que firman al calce, bajo protesta de decir la verdad, manifiestan que la información relacionada con el Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Sector Hidráulico del proyecto denominado “Acueducto El Florido – Otay”, a 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 distinta de la judicial, como lo establece el artículo 247 del Código Penal.

**POR EL PROMOVENTE**

Nombre .....: [REDACTED]

Puesto.....: Representante legal

Firma.....:

---

**POR EL CONSULTOR**

Coordinador del Estudio:

Nombre .....: [REDACTED]

Cédula Profesional Número.....: [REDACTED]

Firma.....:

---

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

El “Acueducto El Florido - Otay” es un proyecto asociado a otros dos proyectos. El proyecto principal, consiste en la construcción y operación de una planta desalinizadora con capacidad de 4.4 m<sup>3</sup>/s, cuya ubicación está proyectada en Playas de Rosarito, Baja California, en el terreno baldío que colinda al sur de la C.T. Presidente Juárez de la Comisión Federal de Electricidad CFE.

El segundo es la construcción del Acueducto “Rosarito – El Florido”, que tendrá por objeto transportar el agua potable que se pretende producir en la planta desalinizadora, hasta el punto de entrega que ha sido convenido con la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), el cual se localiza en el extremo oriente de la zona urbana de Tijuana, en la zona conocida como El Florido, en el sitio donde se ubica la planta de potabilización y los tanques de distribución de la CESPT (Ver Figura II. 1, Trazo del acueducto El Florido – Otay).

El “Acueducto El Florido – Otay”, tendrá como objetivo transportar el agua potable desde el tanque de Comisión Estatal de Servicio Públicos de Tijuana (CESPT) hasta el punto de entrega convenido, en la línea fronteriza entre USA y México, en la delegación de Otay.

Sintetizando, la naturaleza del proyecto objeto del presente estudio, es la construcción y operación de un acueducto para transportar agua potable, con capacidad nominal de 4.4 m<sup>3</sup>/s, desde El Florido hasta Otay en Tijuana, Baja California.

#### II.1.2 Selección del trazo

Considerando de antemano las limitaciones obvias al trazo del acueducto, como son la existencia actual de estructuras e infraestructura, el proceso para seleccionar el trazo del acueducto se basó en aplicar los siguientes tres criterios:

- a) identificar la ruta más corta posible;
- b) limitar las rutas posibles a partir de optimizar los costos de construcción y operativos impuestos por la topografía; y
- c) optar en lo posible por aprovechar los derechos de vía de obras de infraestructura lineal existentes.

Teniendo en mente lo descrito en el párrafo anterior, y tras de hacer el reconocimiento detallado del área entre los puntos terminales, el equipo de ingeniería a cargo del trazo, determinó las siguientes dos disposiciones:

- 1) Aprovechar los derechos de vía del gasoducto TGN, así como los del poliducto de PEMEX y de una línea de transmisión eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y
- 2) aprovechar los caminos de terracería que con motivo de las obras de urbanización han sido abiertos en la zona,

Para dar certeza al trazo, se solicitó la factibilidad de uso de los derechos de vía concedidos a las empresas y dependencias correspondientes, pidiendo a cada una la información técnica sobre su infraestructura y sus condiciones de satisfacción para la construcción del acueducto en paralelo a sus instalaciones y en los cruces necesarios. El Anexo presenta el informe fotográfico, con la descripción gráfica del trazo seleccionado.

### II.1.3 Trazo del proyecto y planos de localización

El trazo proyectado del acueducto que se muestra en la Figura II. 1, parte del km 29 del Acueducto “Rosarito – El Florido” en la delegación El Florido en Tijuana, sigue en dirección norte a través de una serie de vialidades dentro de la mancha urbana, cruza la carretera Boulevard 2000, paralelo a la cual continua hasta el punto de cruce de esta carretera con calle Tamulté, a partir de donde se remonta aproximadamente 600 m al poniente junto al camino de terracería que acompaña a los derechos de vía del gasoducto TGN, del poliducto de PEMEX y de las líneas de transmisión de la CFE, hasta cruzar el Blvd, Las Californias para continuar por el derecho de vía del gasoducto, del poliducto y de las líneas de transmisión, hasta llegar y cruzar el cauce del Rio Alamar, para continuar por las vialidades de terracería 1 km, hasta cruzar la Carretera Tecate - Tijuana en la delegación de Otay. Los últimos 1.560 km el acueducto continúa por vialidades de terracería hasta llegar al punto de entrega establecido en la línea fronteriza Otay – USA.

### II.1.4 Inversión requerida

El presupuesto para la construcción del Acueducto El Florido – Otay, es \$1, 920, 000, 000 (mil novecientos veinte millones de Pesos)<sup>1</sup>, el tiempo de amortización para la inversión es de 30 años.

### II.1.5 Dimensiones del proyecto

Tratándose de un proyecto lineal subterráneo, las dimensiones de la superficie requerida están dadas por el ancho del derecho de vía y por la longitud del trazo que está expresado mediante el cadenamiento de coordenadas del cuadro de construcción (Tabla II.1).

Para este proyecto se tienen 2 datos distintos de superficie requerida con base a 2 distintos anchos del derecho de vía, uno es el correspondiente al ancho del derecho de vía requerido para construir el acueducto, es decir, el ancho necesario para la maquinaria requerida para el movimiento de tierras, y el manejo de la tubería. El segundo ancho de vía es el correspondiente a la obra terminada, y tiene relación con la superficie de respeto para esta obra. El primer ancho es de 17 m, y el segundo es de 10 m.

Adicionalmente se debe considerar la superficie de la Estación de Bombeo (1,600 m<sup>2</sup>), la del Tanque de Alivio (400 m<sup>2</sup>), y la superficie de la Estación de Control de Presión y Flujo al final del Acueducto (260 m<sup>2</sup>).

### II.1.6 Uso actual de suelo y en sus colindancias

La Figura II. 2 presenta la carta de uso de suelo para la ciudad de Tijuana de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana 2010-2030, como se observa en esta imagen, el trazo continua por terrenos con uso de suelo actual y potencial habitacional.

<sup>1</sup> El presupuesto es de 150 millones de dólares, convertido a tipo de cambio e \$12.80.



Figura II. 1, Trazo del acueducto El Florido - Otay

**Tabla II. 1, Cuadro de Construcción**

Punto	Kilometraje	UTM mN	UTM mE	Elevación	longitud	Punto	Kilometraje	UTM mN	UTM mE	Elevación	Longitud
1	0+000.00	3,592,730.3069	515,808.4843	162.814	223.662	31	7+544.35	3,597,838.6676	511,060.0083	161.627	94.202
2	0+223.66	3,592,879.0068	515,641.4125	145.764	12.076	32	7+638.56	3,597,843.7615	510,965.9437	160.947	1189.653
3	0+235.74	3,592,889.6801	515,647.0610	145.510	236.662	33	8+828.21	3,599,028.4565	510,857.4426	140.979	113.760
4	0+472.40	3,593,039.0480	515,463.4899	145.099	337.837	34	8+941.97	3,599,132.4520	510,811.3306	140.478	54.730
5	0+810.24	3,593,263.0572	515,210.5986	156.652	643.668	35	8+996.70	3,599,144.7671	510,758.0037	140.273	355.710
6	1+453.91	3,593,878.1390	515,020.9059	179.044	821.623	36	9+352.41	3,599,464.2068	510,601.5173	79.728	369.154
7	2+275.53	3,593,968.8085	514,204.3008	200.401	83.760	37	9+721.56	3,599,803.1094	510,455.1627	79.441	253.932
8	2+359.29	3,593,970.9596	514,120.5688	200.550	33.008	38	9+975.50	3,600,042.4770	510,370.3996	79.877	161.506
9	2+392.30	3,594,001.2770	514,107.5166	200.422	66.365	39	10+137.00	3,600,132.1470	510,504.7253	79.896	19.990
10	2+458.66	3,593,998.1918	514,041.2230	200.085	22.823	40	10+156.99	3,600,152.1234	510,505.4507	79.904	93.421
11	2+481.49	3,594,020.2764	514,035.4632	199.964	21.236	41	10+250.41	3,600,242.3039	510,481.0590	80.673	22.753
12	2+502.72	3,594,036.2533	514,021.4738	199.801	255.624	42	10+273.17	3,600,239.9750	510,458.4255	81.235	482.342
13	2+758.34	3,594,284.0917	513,958.8665	199.790	68.118	43	10+755.51	3,600,710.0289	510,350.2435	106.856	49.407
14	2+826.46	3,594,350.3384	513,943.0103	200.001	232.597	44	10+804.92	3,600,759.1289	510,344.7407	113.741	37.748
15	3+059.06	3,594,576.3038	513,887.8667	199.573	24.761	45	10+842.66	3,600,796.8436	510,346.3266	119.202	60.685
16	3+083.82	3,594,600.6167	513,892.5540	199.373	182.986	46	10+903.35	3,600,816.0969	510,288.7770	119.480	59.389
17	3+266.81	3,594,778.2279	513,848.5293	206.413	39.525	47	10+962.74	3,600,874.4437	510,299.8558	119.482	31.755
18	3+306.33	3,594,776.4085	513,809.0465	206.280	202.172	48	10+994.49	3,600,903.2546	510,313.2102	119.471	68.245
19	3+508.50	3,594,978.5392	513,804.9801	220.729	20.755	49	11+062.74	3,600,968.5042	510,333.2058	119.727	30.905
20	3+529.26	3,594,994.8239	513,792.1116	222.751	152.387	50	11+093.64	3,600,999.3821	510,331.9006	119.851	61.876
21	3+681.64	3,595,146.7596	513,780.3971	236.359	569.964	51	11+155.52	3,601,052.3952	510,363.8101	119.914	39.260
22	4+251.61	3,595,516.4182	513,346.5630	239.445	985.812	52	11+194.78	3,601,085.7188	510,384.5677	120.000	23.305
23	5+237.42	3,596,150.0287	512,591.3392	200.029	730.641	53	11+218.08	3,601,099.4284	510,365.7215	126.723	161.581
24	5+968.06	3,596,614.2908	512,027.1617	220.897	470.950	54	11+379.66	3,601,113.1724	510,204.7264	160.123	542.088
25	6+439.01	3,596,922.6730	511,671.2204	201.314	83.586	55	11+921.75	3,601,651.7804	510,266.0533	181.575	149.497
26	6+522.60	3,596,991.4999	511,623.7911	202.882	59.328	56	12+071.25	3,601,666.0140	510,117.2354	175.871	7.196
27	6+581.93	3,597,027.7127	511,576.7972	201.707	81.599	57	12+078.45	3,601,666.7437	510,110.0761	175.640	362.528
28	6+663.52	3,597,092.9714	511,527.8109	200.197	359.315	58	12+440.97	3,601,703.8124	509,749.4482	159.923	119.349
29	7+022.84	3,597,391.4944	511,327.8325	184.735	157.452	59	12+560.32	3,601,822.7256	509,739.2583	159.996	
30	7+180.29	3,597,530.3793	511,253.6558	180.028	364.062						

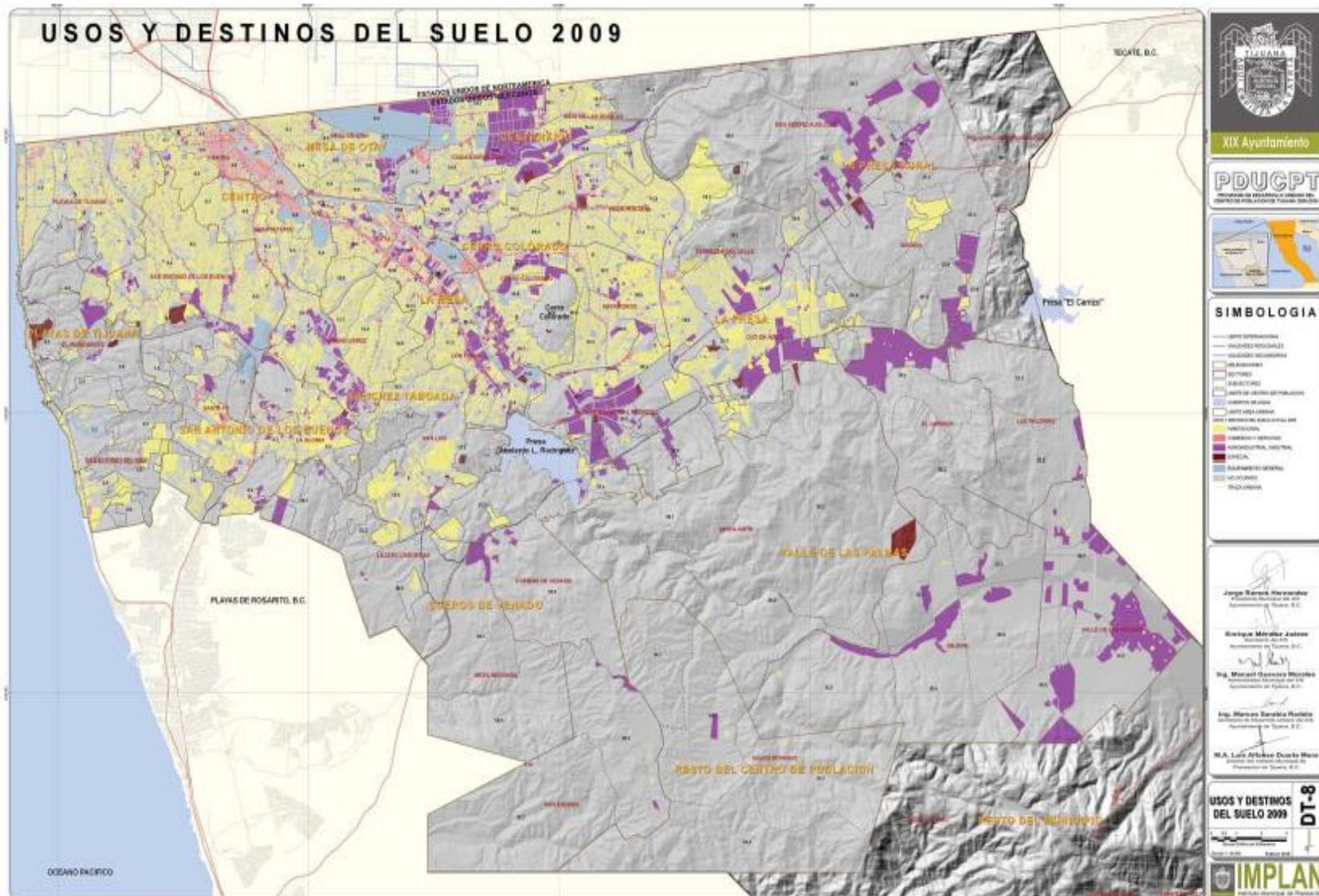


Figura II. 2, Carta de Uso de Suelo actual para el municipio de Tijuana.



Figura II. 3, Carta de áreas urbanas, urbanizables y de conservación para el municipio de Tijuana

## II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Los diversos factores sociales, económicos, de infraestructura y servicios que se han venido presentando como parte del desarrollo en Tijuana, han ocasionado que el crecimiento de las ciudades tenga efectos directos sobre el territorio, especialmente en el uso de suelo.

Debido al constante crecimiento poblacional del municipio<sup>2</sup>, los programas de desarrollo están implementando estrategias enfocadas en el desarrollo urbano. Esto conlleva a establecer una zonificación de los municipios con base en 3 usos principales, urbanización, conservación y preservación del territorio. De acuerdo a lo anterior se implementó la carta de usos de suelo potenciales para las áreas aun desocupadas del municipio. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura II. 3).

De acuerdo a las cartas de uso de suelo del plan de desarrollo urbano para el municipio del centro de población de Tijuana, el trazo del acueducto pasa por áreas urbanizadas (uso de suelo comercial/habitacional).

La naturaleza del proyecto da lugar a que los servicios urbanos no le sean necesarios ni para su desarrollo ni para su operación, no obstante en las colonias presentes a lo largo del trayecto se cuenta con todos los servicios (electricidad, agua potable y drenaje, vías de comunicación, sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de recolección y tratamiento y disposición de residuos sólidos, etc.), en cantidad y disponibilidad suficiente.

## II.2 Características particulares del proyecto

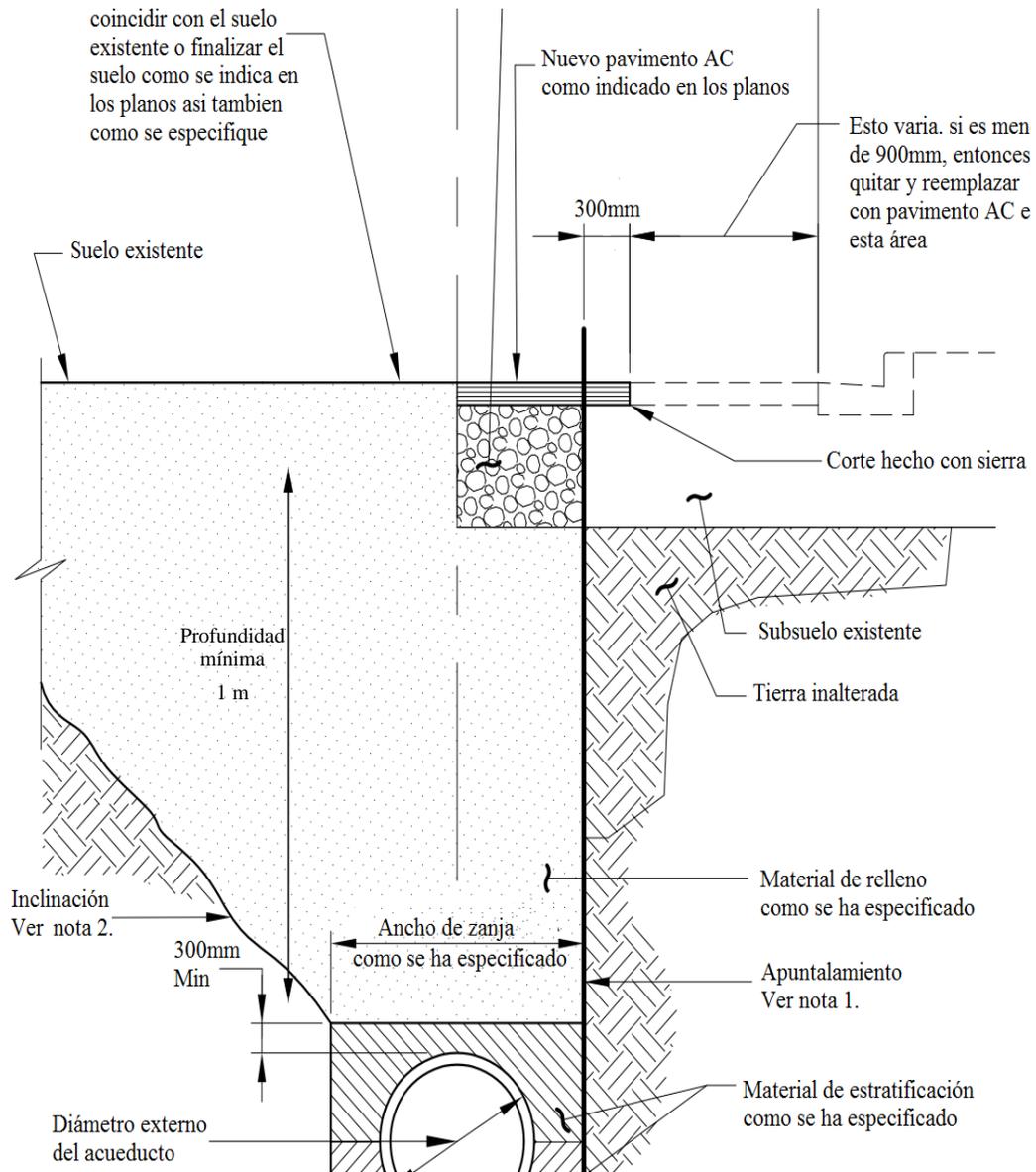
Esta sección presenta una descripción detallada de las características técnicas relevantes del proyecto. A continuación se refieren las características particulares relevantes del “Acueducto El Florido - Otay”

- Punto inicial del acueducto: entronque con el Acueducto Rosarito – El Florido, 40 metros antes de llegar la Planta de Tratamiento y Tanques de distribución de la CESPT en Cerro Gordo, al oriente de la conurbación de Tijuana, en la zona de El Florido.
- Longitud: 12.560 km
- Punto terminal: Otay, Frontera con USA.
- Diámetro del acueducto: 1,500 mm (60”) en el tramo de ascenso y 1,350 mm (54 pulgadas) en el tramo de descenso.

En la Figura II. 4 se presenta un esquema que representa el corte típico del acueducto, se subraya a partir de dicha figura lo siguiente:

- La profundidad mínima a la que se instalará la tubería es de 1 m.
- La capa de relleno que bordeará la tubería será el diámetro de la tubería más un mínimo de 150 mm hacia abajo y los lados y 300 mm hacia arriba.

<sup>2</sup> Tasa de crecimiento anual Tijuana 2.16, Censo de Población y vivienda INEGI 2010



**Figura II. 4, Esquema de corte del acueducto**

Debido a que el contratista aun no es elegido las especificaciones definitivas para la construcción del acueducto muestran descripciones estándar. Cuando se elija al contratista este deberá presentar el plan de construcción para su autorización.

### ***Régimen de operación***

Existen una variedad de condiciones que en la práctica influirán en el régimen de operación del acueducto, para efectos de proyectar en esta etapa las condiciones de operación se plantearon los siguientes escenarios operativos:

Escenario	Flujo (mgd)	Frecuencia
1	100	100%
2	95	100%
3	100	50%
	75	25%
	50	25%
	81	Promedio

### ***Diseño hidráulico del acueducto***

El diseño óptimo del acueducto está basado en un análisis que considera el costo de inversión de la tubería para diferentes diámetros contra el costo por el consumo de energía eléctrica requerida para el bombeo a través de estos diámetros. El consumo de energía eléctrica es función de la pérdida de carga dinámica misma que está asociada al diámetro de la tubería, la rugosidad del revestimiento y las inclinaciones.

### ***Diseño Mecánico del Acueducto***

Para el diseño se consideraron las siguientes presiones: 150 psi @ 4 km, 300 psi @ 16 km y 450 psi @ 5.470. El diseño produjo los grosores de pared que se indican en la Tabla II. 2.

**Tabla II. 2, Resultado del diseño mecánico de pared de la tubería**

Estación (km)	Grosor de tubería
0+000 a 1+980	7/8"
1+980 a 3+560	3/4"
3+560 a 4+620	5/8"
4+620 a 12+560	1/2"

### ***Especificaciones de la Estación de Bombeo:***

- Potencia requerida estimada: 27,000 kW
- Presión de transporte: 425 m TDH, 42,5 bar,
- Horas de funcionamiento: 24 hr/día, 7 días/semana
- Caudal nominal: 380,000 m<sup>3</sup>/día
- Capacidad Máxima de Transporte: 110% del caudal nominal
- Capacidad Mínima de Transporte: 20% del caudal nominal

- Bombas:
  - Cantidad mínima: 6
  - Máxima: 10
  - Diseño: caja dividida horizontal, pueden utilizarse turbinas verticales
  - Materiales de construcción de la bomba: los que se determinen
  - Acopladas a motor eléctrico de media tensión (protección a condiciones de zona)
  - Motores controlados por variadores de velocidad
  - Control: por nivel en tanques en El Florido y otros puntos de lectura.
  - Configuración de la instalación: en paralelo, conforme con prácticas estándar
  - Válvulas de aislamiento: en entrada y salida
- Cuarto de bombas:
  - Generales: área cubierta, al abrigo del sol y a la exposición directa de los elementos
  - Superficie: 40 m x 40 m
- Información adicional:
  - La Estación de Bombeo se ubicará en el predio de la planta desalinizadora.
  - La Estación de Bombeo se integrará a los servicios de la planta, los sistemas de control, tuberías y sistemas de protección.
  - El personal de operación de la planta desalinizadora será responsable de la operación de la estación de bombeo y del mantenimiento periódico requerido

### ***Estación de Control de Flujo***

El Acueducto partirá de una elevación de 14.6 msnm con un diámetro de tubería de 1,500 mm, hasta el punto más alto en 353.6 msnm aproximadamente a 9.6 km al este. Aguas abajo del punto más alto se ha propuesto un diámetro de 1,350 mm para recorrer una distancia de aproximadamente 17.6 km hasta el tanque de distribución y planta de tratamiento de la CESPT en El Florido, la cual se encuentra a 241.7 msnm. Una Estación de Control de Flujo se encargará de regular el flujo y la presión para entregar a la CESPT de acuerdo con las condiciones establecidas.

Esta instalación constará de una configuración 2 + 1 de válvulas de control de flujo (dos en operación, una de respaldo). La estación se ha propuesto como una instalación expuesta sobre el nivel del suelo, sobre un área pavimentada de 12 m x 24 m. Se contempla que esta instalación se ubicará en el sitio de la CESPT, haciendo innecesario un edificio para fines de seguridad.

### ***Sistema de Relevo de Presión***

El Sistema de Relevo de Presión consistirá en una serie de instalaciones para mitigar las presiones de sobretensión en la tubería de transporte. Estas incluirán:

- Tanque de Compensación en la Estación de Bombeo. Este tanque será un gran recipiente a presión parcialmente lleno de aire y parcialmente lleno con agua. El depósito estará conectado a la tubería de descarga de la estación de bomba y permitirá que el agua fluya a su interior durante eventos transitorios, amortiguando así las ondas de presión.
- Tanque de Relevo. Se ubicará en el punto más alto del sistema 353.6 msnm. Esta instalación servirá como punto de control hidráulico del sistema. Proporcionará una cabeza estable a la Estación de Bombeo para trabajar a un gradiente hidráulico aguas arriba de la sección de la

gravedad de la tubería de transporte. La superficie del agua abierta en esta instalación servirá también para mitigar las presiones de sobretensión durante eventos transitorios.

- Válvulas de Alivio de Vacío. Requerida a intervalos a lo largo de la tubería. Estas válvulas mitigarán las presiones de sobretensión al permitir que entre aire a la tubería en el desarrollo de un vacío, mitigando así el problema causado por la succión por gravedad aguas abajo.

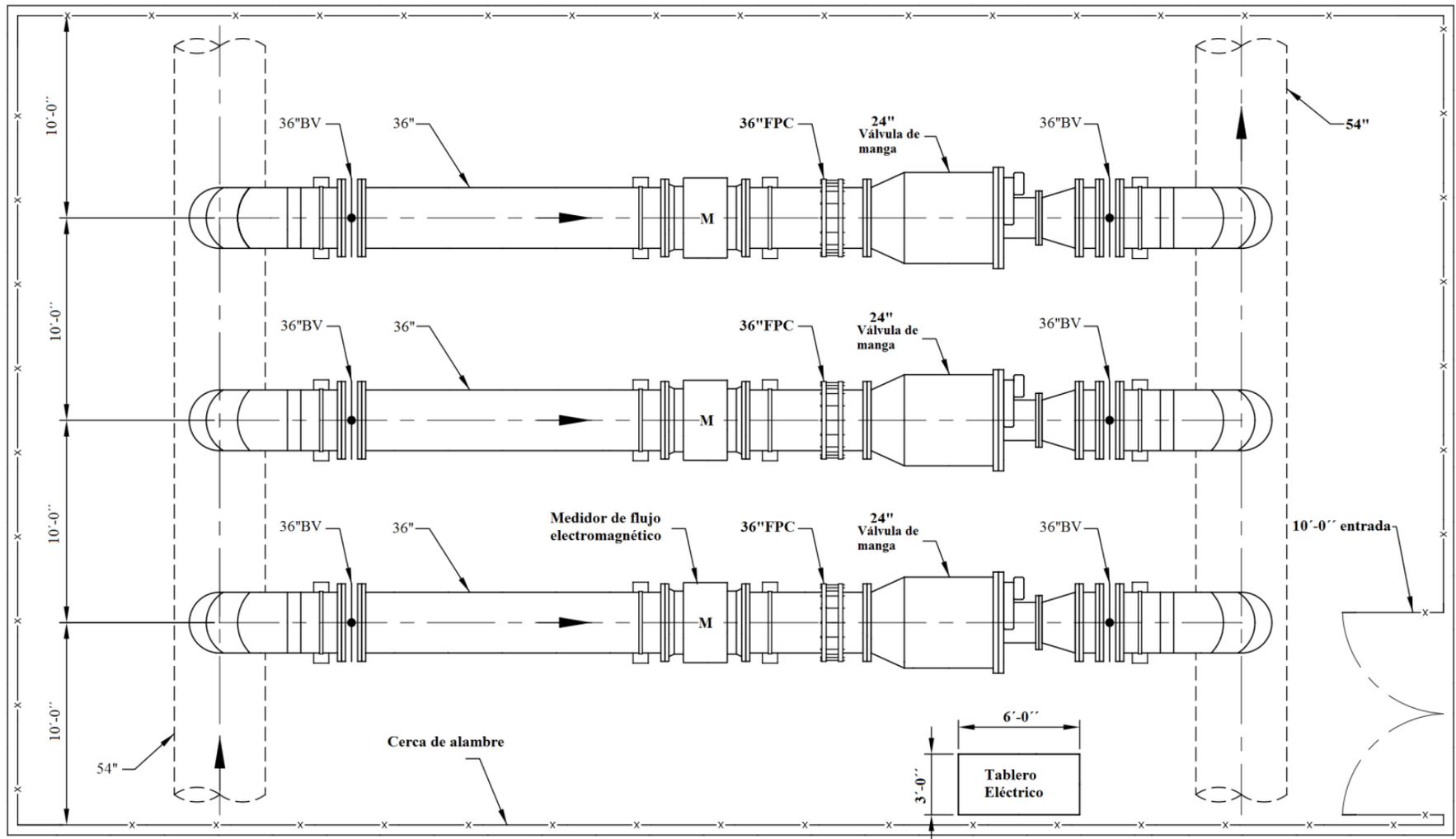


Figura II. 5, Arreglo propuesto para la Estación de Control de Flujo

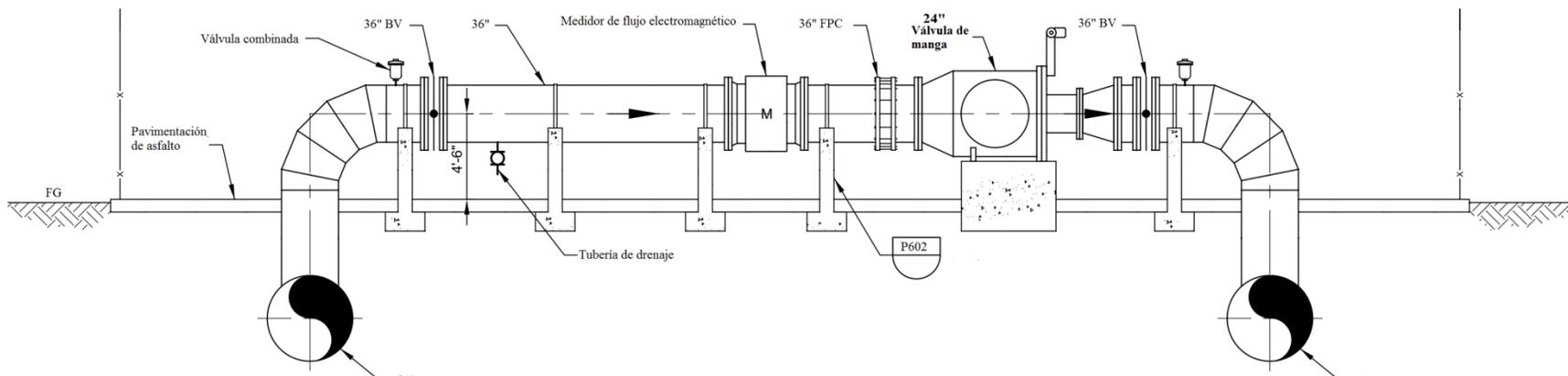


Figura II. 6, Alzado de la Estación de Control de Flujo

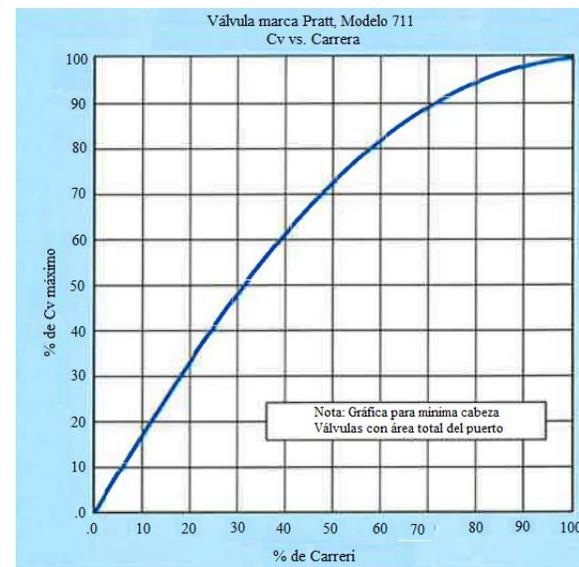
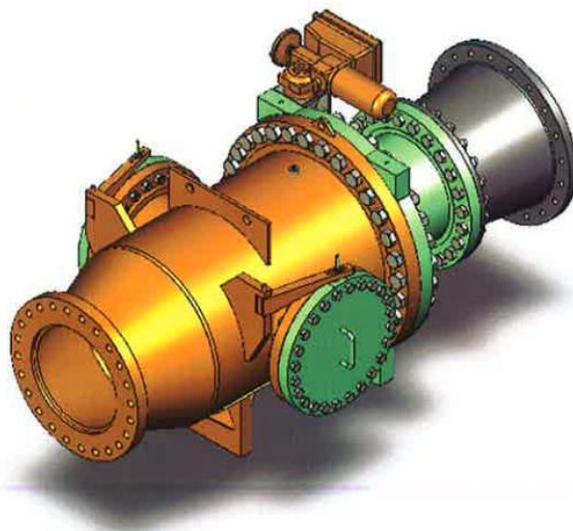


Figura II. 7, Válvula de control y su gráfica de operación

- Limitar los tiempos de apertura y cierre de válvula en la Estación de Control de Flujo. Presiones de sobretensión se pueden originar en cierres bruscos de válvulas. Al seleccionar los tiempos de viaje de la válvula, las sobretensiones en el sistema puede ser mitigadas.

### ***Válvulas de Aire, puntos de acceso y escape***

Para liberar de forma automática y dejar que entre el aire en llenado, vaciado y operación del acueducto será necesaria la instalación de válvulas de aire a lo largo del acueducto. También, los puntos de acceso y escape son necesarios para el mantenimiento, emergencias, reparaciones e inspecciones. Estos puntos de acceso serán necesarios a intervalos convenientes para realizar estas actividades.

Todas las estructuras de las válvulas de aire, los puntos de acceso y escape están siendo diseñados para proporcionar funcionalidad, facilidad de mantenimiento y resistencia al vandalismo.

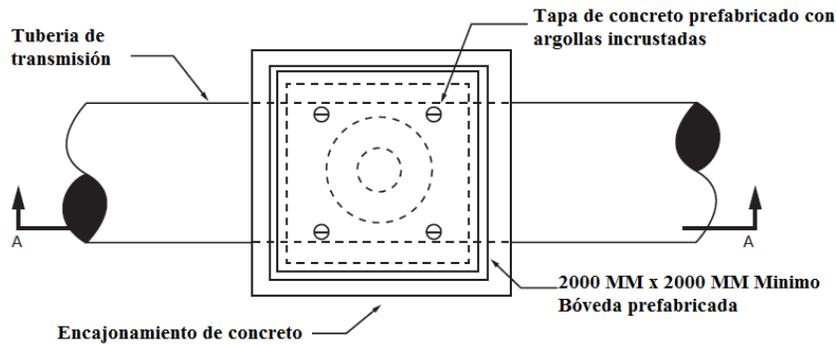
Hay tres tipos de válvulas de aire: a) de liberación de aire automáticas, son para pequeñas bolsas de aire acumulado de una tubería mientras el sistema funciona bajo presión, b) válvulas de vacío, están diseñadas para agotar grandes cantidades de aire durante el llenado de tuberías o admitir grandes cantidades de aire cuando la presión interna cae debajo de la atmosférica, y c) válvulas de aire de combinación pueden realizar todas las funciones anteriores.

Las válvulas de aire se instalarán en los siguientes lugares:

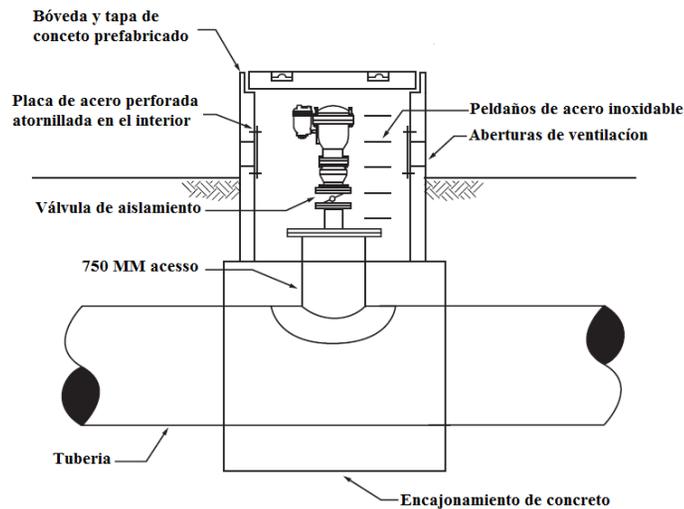
- En Puntos altos. Válvulas de aire de combinación serán instaladas en puntos altos para proporcionar ventilación mientras la tubería se llena, durante el funcionamiento normal de la tubería, y para la entrada de aire y la protección de vacío cuando la tubería esté drenando. Un punto alto se define por el gradiente hidráulico y se considera es el extremo superior de cualquier segmento de tubo que desciende hasta el gradiente hidráulico o corre paralelo a la misma.
- Mayor pendiente descendente. Una válvula de aire de combinación debe ser considerada en los aumentos bruscos ladera abajo.
- Disminución de la pendiente ascendente. Una válvula de vacío de aire o una válvula de aire de combinación deben ser consideradas en descensos bruscos en pendientes de subida.
- Ascensos largos. Una válvula de vacío o de combinación deben ser considerada en intervalos de hasta 800 metros (media milla) a lo largo de las secciones de tuberías ascendentes.
- Largos descensos. Una válvula de escape o de combinación debe ser considerada en intervalos de hasta 800 metros (media milla) a lo largo de las secciones de tuberías descendentes.
- Tramos horizontales. Válvulas de combinación deben ser considerados al principio y al final de las secciones horizontales largas en intervalos de hasta 800 metros (media milla) a lo largo de las secciones horizontales de tubería.

Los puntos de escape se encuentran en todos los puntos bajos. Provistos de una válvula de compuerta de aislamiento y una válvula de estrangulación. La válvula de estrangulamiento se puede utilizar para controlar la tasa de flujo y para soportar las altas presiones diferenciales. La válvula de aislamiento permitirá la sustitución de la válvula de estrangulamiento.

El acceso al acueducto se presentará a intervalos de 800 metros. Las Aberturas de los pozos de acceso serán de un mínimo de 750 mm de diámetro (30 pulgadas). Los pozos de acceso serán de espesor adecuado con accesorios necesarios, tuercas y pernos capaces de soportar las presiones máximas de operación del sistema. Todas las bóvedas de la válvula de aire deberán incorporar aberturas de pozo de acceso, para reducir al mínimo el número de estructuras de acceso.



**Figura II. 8, Detalle típico de la válvula de aire y la bóveda**



**Figura II. 9, Detalle típico de la válvula de aire y la bóveda**

Las bóvedas contendrán las válvulas de aire y las bocas de acceso. Serán de hormigón prefabricado. Las válvulas de aire y los accesos se extenderán por encima del terreno circundante. Aberturas de ventilación se tendrán en todos los lados de la bóveda para permitir el flujo de aire. Las aberturas de ventilación se colocarán a una altura que permitirán drenar el agua, si es necesario, al tiempo que garantiza que el agua estancada en la bóveda se mantenga por debajo de la abertura de la válvula de aire. Esto evitará la posible contaminación cruzada de las aguas en el caso de una válvula de aire atrapada en una posición abierta. La válvula de aire y el acceso a la bóveda se colocará sobre la tubería en encajonamientos de concreto. La válvula de aire y el acceso a las bóvedas no se colocarán en derechos de paso.

Las tapas de las bóvedas serán prefabricadas de hormigón y de un peso suficiente para evitar el vandalismo. Además las tapas estarán provistas de cierres a prueba de manipulaciones para evitar tapas ser desalojadas por los eventos sísmicos.

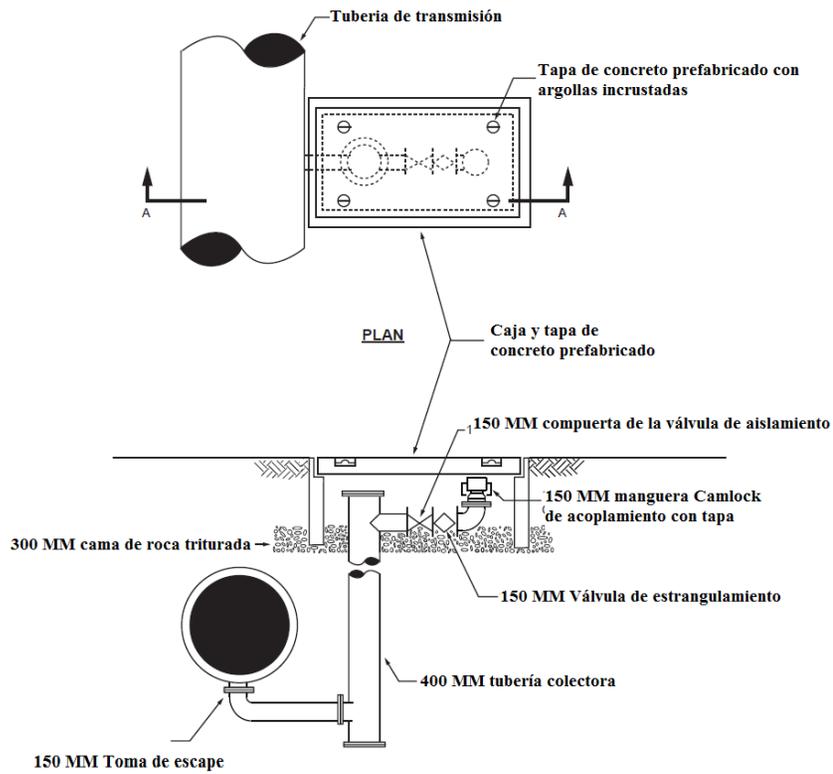


Figura II. 10, Detalle típico de válvula de escape y bóveda

## II.3 Etapa de Desarrollo

En esta sección se presenta la descripción detallada de los aspectos relevantes del proceso de desarrollo del proyecto, específicamente las etapas de preparación del terreno y construcción.

### II.3.1 Introducción a las obras requeridas por el proyecto

El desarrollo del Acueducto El Florido – Otay requerirá de la ejecución de las siguientes obras:

- Construcción y equipamiento de Estación de Bombeo. A realizarse dentro de las inmediaciones de la Planta Desalinizadora. Esta estructura y conjunto de equipo, aunque propiamente es parte de los componentes del acueducto, será ejecutada como parte de las obras de la misma Planta Desalinizadora. Por este motivo, los aspectos relativos a la construcción y equipamiento de la Estación de Bombeo se mencionan únicamente en este documento pero para efectos del manejo ambiental de la etapa de construcción, estos se han adscrito a las obras de la Planta.
- Construcción del acueducto. En los 12.560 km del trazo del acueducto, se presentan cuatro condiciones distintas que obligan a utilizar procesos constructivos y/o de preparación del terreno un cuanto distintos, estos cinco distintas condiciones dan origen a los siguientes tipos de construcción:
  - Construcción en zona urbana de Tijuana. Corresponde a las obras requeridas por el acueducto en el tramo del trazo que va del origen hasta el límite de la zona urbanizada en la línea fronteriza. El aspecto particular a este tipo de construcción es el hecho de que se trata de un tramo cuyo suelo está encarpado con concreto asfáltico o hidráulico y habrá que dejarlo igualmente pavimentado.
  - Construcción en tramo por camino de terracería. Corresponde a las obras requeridas por el acueducto en el tramo del trazo dentro de la zona urbana de Tijuana pero no se encuentran pavimentadas las calles. El aspecto particular a este tipo de construcción es el hecho de que se trata de tramos cuyo suelo es terreno natural, en el que por años se han realizado una variedad de actividades como son la construcción de las líneas de transmisión de la CFE, la construcción del gasoducto TGN, y en forma cotidiana, la circulación de vehículos hacia los diferentes asentamientos que se ubican en la zona. Todo esto ha dado al terreno en el que se realizaran estas obras, la naturaleza de camino de terracería, en el cual se ha perdido la vegetación natural, habiendo únicamente yerba en algunos puntos, que dependiendo del momento del año, se presenta en alguna de sus formas. Actualmente se observa un proceso de rápida urbanización de estas zonas.
  - Construcción por Tuneléo. Corresponde a las obras requeridas por el acueducto en los puntos en los que se deben cruzar estructuras existentes sin que estas sean perturbadas, como es el caso del Boulevard 2000, carretera Tecate - Tijuana. El aspecto particular a este tipo de construcción es el hecho de que se trata de un tipo de obra que se realiza en forma subterránea. Está proyectado realizar 8 tramos mediante este sistema constructivo Los tramos con este tipo de obra suman 0.250 km y son los siguientes:
  - En cañadas Rio Alamar. Corresponde a las obras requeridas por el acueducto en el tramo del trazo que está planeado a construirse en sitios susceptibles a inundación o por debajo del nivel freático, lo que hace necesario realizar un encofrado de la tubería.
- Construcción e instalación del Tanque de Compensación. Obra a realizarse en el punto más elevado del trazo del acueducto. Conlleva la realización de la obra civil de cimentación requerida para el tanque, la instalación electromecánica del tanque y las tuberías, y los servicios como: barda perimetral, acceso, caseta.

- Construcción e instalación de la Estación de Control. Obra a realizarse en el punto terminal del acueducto. Conlleva la realización de la obra civil de cimentación requerida para el conjunto de tres válvulas de control, la instalación electromecánica de las válvulas y las tuberías, y los servicios como: barda perimetral, acceso, caseta.

### II.3.2 Etapa de preparación del terreno

La descripción de la etapa de preparación del terreno ha sido organizada en las siguientes 3 tareas:

#### 2.01.01 Remoción y manejo de la capa orgánica en las siguientes zonas

- En terracería de Zona urbana
- Cañada Rio Alamar

A continuación se describen en detalles estas tareas.

<i>Clave</i>	2.01.01
<i>Etapa</i>	Preparación del sitio
<i>Tarea</i>	Remoción y manejo de la capa orgánica
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terracería de Zona urbana</li> <li>• Cañada Rio Alamar</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Preservación de la capa orgánica del suelo para su posterior aplicación al final del proceso de conformación y rehabilitación de la capa orgánica
<i>Procedimiento</i>	Se corta y se remueve el suelo hasta 20 cm de profundidad con el cargador frontal de la retroexcavadora con el fin de remover la capa más superficial del suelo en donde se enraíza la vegetación herbácea. El material es orillado, y/o localizado en un sitio cercano para su preservación
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroexcavadora</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	20 entre Operadores, supervisor y apoyo
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere insumos específicos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por uso de maquinaria que consume diésel.</li> <li>• Emisiones de ruido por el uso de la maquinaria</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material terrígeno (capa orgánica)</li> <li>• Maleza proveniente de la capa orgánica</li> <li>• Residuos urbanos: Restos de alimentos, papel y cartón, latas, botellas de vidrio, plásticos, otros envases, trapos (se anticipa que este tipo de residuos se encuentran abandonados en el área, no son generados por el proyecto).</li> </ul>
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual

### II.3.3 Etapa de Construcción

La descripción de la etapa de construcción ha sido organizada en las siguientes tareas:

2.02.01 Demolición, levantamiento y disposición de asfalto en las siguientes áreas:

- Zona urbana

2.02.02 Cortes, excavaciones y disposición de material sobrante en las siguientes áreas:

- Zona urbana
- En terracería de zona urbana
- Tramos con tuneléo
- Cañada

2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo en las siguientes áreas:

- Zona urbana
- En terracería de zona urbana
- Tramos con tuneléo
- Cañada

2.02.04 Colocación de la tubería en las siguientes áreas:

- Zona urbana
- En terracería de zona urbana
- Tramos con tuneléo
- Cañada

2.02.05 Soldadura en las siguientes áreas:

- Zona urbana
- En terracería de zona urbana
- Tramos con tuneléo
- Cañada

2.02.06 Encofrado en las siguientes áreas:

- cañada

2.02.07 Relleno y compactación en las siguientes áreas:

- Zona urbana
- En terracería de zona urbana
- Tramos con tuneléo
- Cañada

2.02.08 Conformación de la capa orgánica en las siguientes áreas:

- En terracería de zona urbana
- Cañada

2.02.09 Pavimentación con asfalto en las siguientes áreas:

- Zona urbana

2.02.10 Ubicación del equipo de perforación en las siguientes áreas:

- Tramos con tuneléo
- 2.02.11 Perforación del túnel piloto en las siguientes áreas:
  - Tramos con tuneléo
- 2.02.12 Ensanchamiento del túnel piloto en las siguientes áreas:
  - Tramos con tuneléo
- 2.02.13 Instalación de la tubería en las siguientes áreas:
  - Tramos con tuneléo
- 2.02.14 Cimentación en las siguientes áreas:
  - Tanque de Compensación
  - Estación de Control
- 2.02.15 Instalación electromecánica en las siguientes áreas:
  - Tanque de Compensación
  - Estación de Control
- 2.02.16 Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería en las siguientes áreas:
  - Zona urbana
  - En terracería de zona urbana
  - Tramos con tuneléo
  - Cañada

A continuación se describen en detalles estas tareas.

<i>Clave</i>	2.02.01
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Demolición, levantamiento y disposición del asfalto
<i>Segmento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona urbana</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Remover el asfalto para iniciar actividades de cortes y excavaciones.
<i>Procedimiento</i>	Romper el asfalto con la pala de la retroexcavadora y removerlas con el cargador frontal.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroexcavadora</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	25 entre operadores, supervisor y personal de apoyo
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere de materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere de insumos específicos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisión de ruido por el uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfalto</li> <li>• Residuos urbanos: Restos de alimentos, papel y cartón, latas, botellas de vidrio, plásticos, otros envases, trapos (se anticipa que este tipo de residuos se encuentran abandonados en el área, no son</li> </ul>

<i>Agua residual</i>	generados por el proyecto). Esta tarea no genera agua residual.
<i>Clave</i>	2.02.02
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Cortes, excavaciones y disposición de material sobrante
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona urbana</li> <li>• En terracería de zona urbana</li> <li>• Tramos con tuneléo</li> <li>• Cañada</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Alcanzar el nivel de profundidad y ancho que requiera la zanja
<i>Procedimiento</i>	Se realizan cortes y excavaciones en el suelo hasta la profundidad y ancho de acuerdo a las especificaciones del proyecto. El material es orillado, y/o localizado en un sitio cercano para disponer de el al rellenar la zanja una vez terminada la obra.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroexcavadora</li> <li>• Cargador frontal</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	25 entre operadores, supervisor y personal de apoyo
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere de materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere de insumos específicos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisión de ruido por el uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material terrígeno proveniente de las excavaciones.</li> </ul>
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual
<i>Clave</i>	2.02.03
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Aprovechamiento y acarreo de material para la base de apoyo
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona urbana</li> <li>• En terracería de zona urbana</li> <li>• Tramos con tuneléo</li> <li>• Cañada</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Colocar un fondo o base en la zanja para proveer un apoyo estable, firme y uniforme a lo largo de toda la tubería.
<i>Procedimiento</i>	Colocar una capa de material de apoyo (arena) para proveer un apoyo longitudinal uniforme y adecuado bajo la tubería. Por lo general, una capa compactada de 10 cm es suficiente.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camión de volteo</li> </ul>

<i>Personal requerida</i>	• Cargadores frontales 25 entre operadores, supervisor y personal de apoyo
<i>Materiales requeridos</i>	Material de apoyo (arena)
<i>Insumos requeridos</i>	palas
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel • Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	• Esta tarea no generará residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual

<i>Clave</i>	2.02.04
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Colocación de la tubería
<i>Segmentos</i>	• Zona urbana • En terracería de zona urbana • Tramos con tuneléo • Cañada
<i>Objetivo</i>	Ubicar la tubería en su posición final
<i>Procedimiento</i>	Utilizando un tractor tiendetubos se bajara la tubería de tal manera que quede lo más cerca posible de su posición definitiva, reduciendo al mínimo el manejo dentro de la zanja.
<i>Maquinaria requerida</i>	• Tractor tiendetubos
<i>Personal requerida</i>	25 entre operadores, supervisor y personal de apoyo
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Tuberías
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel • Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no generara residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual

<i>Clave</i>	2.02.05
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Soldadura
<i>Segmento</i>	• Zona urbana • En terracería de zona urbana • Tramos con tuneléo

<i>Objetivo</i>	• Cañada Unir las estructuras de tubería del acueducto mediante soldadura
<i>Procedimiento</i>	La soldadura se logra a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y pudiendo agregar un material de relleno fundido (metal o plástico), para conseguir un baño de material fundido (baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija
<i>Maquinaria requerida</i>	Máquina para soldar con porta electrodos
<i>Personal requerida</i>	4 soldadores por frente de obra
<i>Materiales requeridos</i>	Electrodos
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere insumos específicos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de humos y gases de soldadura</li> <li>• Emisión de ruido por la maquinaria para soldar</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Electrodos
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no genera residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual
<i>Clave</i>	2.02.07
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Relleno y compactación
<i>Segmento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona urbana</li> <li>• En terracería de zona urbana</li> <li>• Tramos con tuneléo</li> <li>• Cañada</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Relleno de la zanja y compactación del terreno hasta lograr el grado de compactación especificado.
<i>Procedimiento</i>	El material de relleno se extenderá en capas horizontales de aproximadamente 20 cm de espesor. Una vez de estime que el contenido de humedad y el espesor del material son los indicados, se procederá a su compactación hasta cumplir con el grado de compactación especificado.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargadores frontales</li> <li>• Compactadoras</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	25 entre operadores, supervisor y personal de apoyo.
<i>Materiales requeridos</i>	Material terrígeno
<i>Insumos requeridos</i>	Agua (para humedecer el terreno antes de compactarlo)
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no genera residuos solidos
<i>Agua residual</i>	El agua que se utilizara será para humedecer el terreno. No se generará agua residual

<i>Clave</i>	2.02.09
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Pavimentación con asfalto
<i>Segmento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona urbana</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Pavimentar las áreas afectadas
<i>Procedimiento</i>	Se utiliza la maquinaria para pavimentar. Está maquinaria permite asfaltar de manera rápida calles completas, ya que consta de varios procesos en los que participan grandes máquinas que calientan el asfalto de las vías a reparar y le colocan una capa de nuevo asfalto simultáneamente.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquinaria para pavimentación con asfalto</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	25 personas entre operadores, supervisor y personal de apoyo.
<i>Materiales requeridos</i>	Mezcla asfáltica
<i>Insumos requeridos</i>	
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no genera residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual
<i>Clave</i>	2.02.06
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Encofrado
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cañada</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Cubrir de concreto en acueducto con el fin de evitar su contacto con el terreno húmedo del vaso de inundación de la presa Abelardo L. Rodríguez
<i>Procedimiento</i>	El encofrado consiste en un sistema de moldes temporales que se utilizan para dar forma al concreto. Una vez este armado el sistema de moldes se vierte el concreto.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revolvedora de concreto</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	25 personas entre operadores, supervisor y personal de apoyo
<i>Materiales requeridos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto</li> <li>• Moldes de encofrado</li> </ul>
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere insumos específicos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> </ul>

<i>Residuos peligrosos</i>	• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	• Materiales para encofrar encofrado
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual
<i>Clave</i>	2.02.08
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Conformación y rehabilitación de la capa orgánica
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona urbana</li> <li>• En terracería de zona urbana</li> <li>• Tramos con tuneléo</li> <li>• Cañada</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Reconstitución de la capa orgánica del suelo. La capa orgánica es en donde se enraíza la vegetación herbácea.
<i>Procedimiento</i>	La capa vegetal (orgánica) deberá colocarse uniformemente sobre la superficie. El suelo no deberá compactarse.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroexcavadora</li> <li>• Motoconformadora</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	25 personas entre ingeniero operadores, supervisor y obreros
<i>Materiales requeridos</i>	Material terrígeno (capa orgánica)
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere insumos específicos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no generará residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual
<i>Clave</i>	2.02.10
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Ubicación del equipo de perforación
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramos con Tuneléo</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Ubicar y preparar el equipo de perforación
<i>Procedimiento</i>	El equipo de perforación se ubica en un ángulo entre 12° y 24° para conseguir la profundidad requerida para perforar horizontalmente. En la entrada de la perforación se cava una fosa que permite la recuperación del lodo de perforación como la conexión con la tubería.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina Perforadora de Microtúneles</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	Operadores y supervisores

<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere insumos específicos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite quemado
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no generará residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual

<i>Clave</i>	2.02.11
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Perforación del túnel piloto
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramos con Tuneléo</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Perforar un túnel que sirva de guía para la ubicación de la tubería del acueducto
<i>Procedimiento</i>	<p>El túnel piloto es perforado a lo largo de la trayectoria elegida y sale a la superficie a través de una fosa de salida. La dirección durante la perforación del túnel piloto es dada por la cara inclinada en la mecha de perforación; si por ejemplo, la cara de la herramienta es orientada hacia la derecha, se aplica un empuje hidromecánico (sin rotación) y entonces la herramienta vira suavemente hacia la derecha. La perforación es continuada con rotación mientras se mantiene el túnel en la dirección deseada.</p> <p>La mecha de perforación es seguida por monitoreo de una señal electromagnética transmitida cercana a la misma; esta señal entrega al operador ubicación, profundidad desde el nivel de referencia, inclinación y orientación de la cara de la mecha.</p>
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina Perforadora de Microtúneles</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	Operadores y supervisores
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere de materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Agua
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no genera residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Para realizar el túnel piloto se utiliza agua para humedecer el terreno a perforar. Al agua residual sale mezclada con tierra (lodo de perforación)

*Clave* 2.02.12

<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Ensanchamiento del túnel piloto
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramo con tuneléo</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Ensanchar el túnel piloto al diámetro requerido
<i>Procedimiento</i>	Una vez que el túnel piloto está terminado, la mecha de perforación es retirada y un ensanchador de gran diámetro (backreamer) es enroscado. El backreamer es rotado y tirado a través del túnel para agrandarlo a un diámetro aceptable para la instalación de la tubería
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina Perforadora de Microtúneles</li> <li>• Ensanchador de gran diámetro (backreamer)</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	Operador y supervisor
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Agua
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceite gastado
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no generará residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Para realizar el ensanchamiento del túnel piloto se utiliza agua para humedecer el terreno a perforar. Al agua residual sale mezclada con tierra (lodo de perforación)
<i>Clave</i>	2.02.13
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Instalación de la tubería
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramo con tuneléo</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Colocar la tubería del acueducto para su ubicación final
<i>Procedimiento</i>	La tubería es posicionada en la calicata de salida sobre un carrete o directamente sobre la superficie del terreno. La tubería es tirada detrás del backreamer; un giratorio es instalado entre el backreamer y la tubería para evitar la rotación de ésta mientras está siendo instalada
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina perforadora de Microtúneles</li> <li>• Tractor tiendetubos</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	Operador y supervisor
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere de materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Esta tarea no requiere de insumos
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria que consume diésel</li> <li>• Emisiones de ruido por uso de maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceites gastados
<i>Residuos solidos</i>	Esta tarea no generará residuos solidos
<i>Agua residual</i>	Esta tarea no genera agua residual

<i>Clave</i>	2.02.14
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Cimentación
<i>Ubicación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de Compensación</li> <li>• Estación de Control</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Construcción de la base de cimentación donde se instalará el tanque de compensación y las válvulas de la Estación de Control
<i>Procedimiento</i>	Se realizan las acciones relacionadas con el trazo del proyecto en el sitio, se nivela el suelo, se construye el armado con acero estructural, se construye una pequeña cimbra, se realiza el colado del concreto.
<i>Maquinaria requerida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camión revolvedora</li> <li>• Retroexcavadora</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	25 entre operadores de maquinaria, supervisores y personal de apoyo
<i>Materiales requeridos</i>	Concreto Varilla Alambrón Madera
<i>Insumos requeridos</i>	Agua
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria pesada que consume diésel</li> <li>• Emisiones de Ruido generado por la maquinaria pesada</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Aceites gastados
<i>Residuos solidos</i>	Madera
<i>Agua residual</i>	No
<i>Clave</i>	2.02.15
<i>Etapa</i>	Construcción
<i>Tarea</i>	Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería
<i>Segmentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona urbana</li> <li>• En terracería de zona urbana</li> <li>• Tramos con tuneléo</li> <li>• Cañada</li> </ul>
<i>Objetivo</i>	Comprobar la hermeticidad con el fin de verificar la integración físicas, químicas y mecánicas del acueducto para la puesta en operación
<i>Procedimiento</i>	<p>Es la prueba de presión a la que deben someterse las tuberías para certificar su hermeticidad, sosteniendo la presión durante un tiempo establecido, utilizando agua como fluido de prueba.</p> <p>La prueba hidrostática es una prueba no destructiva mediante el cual se verifica la integridad física de una tubería o sistema en donde el agua es</p>

<i>Maquinaria requerida</i>	<p>bombeada a una presión más alta que la presión de operación y se mantiene a esa presión por un tiempo establecido previamente el cual varía según la longitud del tramo a probar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba de baja y alta presión.</li> <li>• Manguera de alta presión y conexiones rápidas.</li> <li>• Manómetros de diferentes escalas para registrar la presión a la que está sometida el sistema.</li> <li>• Registrador gráfico de presión (Pressure Chart Recorder) o Termógrafo que registre la temperatura.</li> <li>• Termomanómetro para registrar gráficamente en el mismo equipo la presión y temperatura.</li> </ul>
<i>Personal requerida</i>	5 (Operador y personal de apoyo)
<i>Materiales requeridos</i>	Esta tarea no requiere materiales
<i>Insumos requeridos</i>	Agua
<i>Emisiones a la atmosfera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de ruido generado por las bombas de presión</li> </ul>
<i>Residuos peligrosos</i>	Esta tarea no genera residuos peligrosos
<i>Residuos solidos</i>	En caso de que haya secciones de tubería que no pasen la prueba hidrostática, estas secciones serán consideradas residuos sólidos y su disposición final cumplirá con la normatividad aplicable.
<i>Agua residual</i>	El agua utilizada para la prueba de hermeticidad será considerada agua residual.

### II.3.4 Estructuras provisionales y de apoyo a la etapa de desarrollo

La descripción de este aspecto del desarrollo del acueducto se ha organizado en las siguientes tareas

2.03.01 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera en las siguientes áreas:

- Zona urbana
- En terracería de zona urbana
- Tramos con tuneléo
- Cañada

2.03.02 Instalación de campamentos en las siguientes áreas:

- Zona urbana
- En terracería de zona urbana
- Tramos con tuneléo
- Cañada

A continuación se describen en detalle estas tareas

<i>Clave</i>	2.03.02
<i>Etapa</i>	Obras provisionales (campamentos de obras)
<i>Tarea</i>	Instalación de patios de obra y patios de los contratistas
<i>Objetivo</i>	<p>Las funciones que se realizarán en el Campamento de obras son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patio del contratista (oficina de campo, ingeniería, administración de</li> </ul>

<p><i>Descripción</i></p>	<p>obra, seguridad, protección ambiental)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Patio de obra (servicios de apoyo a la obra, almacenamiento de equipo, herramienta, insumos, residuos, refacciones, taller de diversos, alimentación, sanitarios)</li></ul> <p>Patio del contratista: serán zonas, predios o casas habitaciones rentadas por los contratistas en donde podrán instalar sus oficinas provisionales y en algunos casos funcionaran como estacionamiento para los vehículos, maquinaria, como talleres mecánicos, almacén de combustible y/o almacén de RESPEL.</p> <p>Patio de obras: áreas donde el/los contratista(s), no necesariamente junto al área de construcción, podrán dejar su maquinaria pesada, dar mantenimiento, carga, descarga y retención temporal de materiales, alimentación del personal y servicios de sanitarios. En estos sitios no se deberán almacenar residuos peligrosos</p>
<p><i>Desmantelamiento de los patios de apoyo</i></p>	<p>Al concluir cada contratista con los objetivos de la construcción a su cargo, tendrá lugar el abandono del sitio por parte de este, y eventualmente por parte de todos los contratistas. Para asegurar que estos no dejen en el sitio del proyecto, residuos, maquinaria inservible o piezas usadas de maquinaria, o restos de contaminación; cada contratista estará sujeto a limpiar sus áreas de trabajo y campamento, llevándose hasta el último vestigio de maquinaria y partes, materiales y residuos.</p> <p>El abandono de cada sitio asignado a los contratistas para campamento de obra, y los sitios de obra y/o de trabajo, estará regido por las siguientes exigencias:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Retirá todos los materiales sobrantes, desperdicios y residuos generados por su trabajo.</li><li>2. Retirá toda la maquinaria y herramienta, en servicio o descompuesta que haya traído a la obra, así como cualquier parte y/o refacción, útil o inservible.</li><li>3. Desmantelará y retirará todas las partes y todos los materiales correspondientes a todas y cada una de las instalaciones y edificaciones del campamento y sitios de construcción, que el contratista haya instalado durante la obra.</li><li>4. Retirá los suelos contaminados y/o en su caso remediará los suelos contaminados, haciendo uso para el caso de los servicios de un laboratorio ambiental especializado y en su caso de una empresa autorizada para realizar esta clase de servicios, la cual en última instancia deberá extender un reporte técnico reportando el estado de limpieza del sitio.</li><li>5. El contratista será responsable de restaurar las condiciones naturales prevalecientes a la toma del sitio para los fines consumados, requiriendo de la contratación de una empresa de restauración especializada en el tipo de paisaje del lugar</li></ol>

### II.3.5 Manejo de los residuos durante la etapa de desarrollo

<i>Clave</i>	2.03.01
<i>Etapa</i>	Obras provisionales
<i>Tarea</i>	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera
<i>Objetivo</i>	Lograr un manejo adecuado de los residuos generados por el proyecto.
<i>Descripción</i>	<p>Durante la construcción se anticipa que se generará una variedad de residuos, para lograr el manejo adecuado de estos, se implementará un programa cuyas principales características son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cada uno de los contratistas quedará legal y explícitamente obligado a implementar los controles pertinentes de acuerdo con lo que a continuación se expresa.</li><li>2. Se clasificarán los residuos en los siguientes tres grupos y recibirán el manejo que a continuación se esboza:<ol style="list-style-type: none"><li>a. Residuos de la construcción. Consisten de las corrientes de residuos generados en los frentes de la obra, estos son: cascajo, tierra, madera, metales, papel y cartón, etc. Estos residuos serán segregados en corrientes homogéneas y su manejo estará centrado en lograr la máxima tasa de reutilización y reciclaje posible. Los volúmenes que no puedan ser reaprovechados, serán enviados en conformidad a lo establecido por las autoridades municipales y estatales para el manejo de residuos de la construcción.</li><li>b. Residuos sólidos, constituidos de aquellos que son colectados en el comedor de los trabajadores, en las oficinas y en los sanitarios del personal. Estos residuos se concentrarán diariamente en un contenedor central de donde una empresa especializada, los colectará y dispondrá de acuerdo a lo establecido por el Reglamento Municipal.</li><li>c. Residuos peligrosos, constituidos por aceite residual y filtros de aceite de la maquinaria pesada, etc. El manejo de estos residuos peligrosos es entera responsabilidad de cada contratista, quien deberá estar al corriente con respecto a sus obligaciones ambientales, y contratará los servicios de una empresa autorizada para la disposición final de los mismos.</li></ol></li><li>3. Todo el personal de la obra recibirá entrenamiento en</li></ol>

*Manejo y la  
disposición adecuada  
de los residuos*

aspectos de responsabilidad ambiental, identificación y manejo de residuos, respuesta a situaciones de emergencia, manejo de vida silvestre y seguridad, con el fin de asegurar el mejor comportamiento ambiental del proyecto.

- Residuos sólidos: Durante las etapas de preparación del terreno y construcción, los contratistas serán responsables de establecer los convenios necesarios para la colecta de residuos con prestadores de servicios autorizados, por lo que de esta manera se garantizará que los sitios en los que los residuos sean dispuestos sean los que estos prestadores tienen autorizados por el municipio.
- Residuos Peligrosos: En el caso de cada contratista, sus residuos peligrosos serán colectados en sus puntos de generación por personal entrenado para el efecto, y con dispositivos apropiados, y serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos, donde el responsable del mismo los ingresará, anotando en las bitácoras los volúmenes generados de cada corriente. Periódicamente una empresa especializada en el manejo de residuos peligrosos, será contratada para colectar los volúmenes acumulados en la planta, para enviarlos, según sea el caso a los sitios de disposición, o a tratamiento o destrucción. En el almacén temporal se tendrán los controles administrativos necesarios para asegurar y documentar este proceso.

## II.4 Etapa Operativa

La operación del acueducto consistirá en el transporte de agua de la planta desalinizadora en Playas de Rosarito y de los tanques de almacenamiento de CESPT en la zona de El Florido al oriente de la zona urbana de Tijuana, hasta su punto de entrega en la línea fronteriza con USA, en Otay.

El transporte del agua será posible gracias al conjunto de bombas que estarán localizadas en la planta desalinizadora y operadas desde el cuarto de control de esta planta como parte integral de su proceso. Si por cualquier motivo, el transporte de agua debe detenerse, esto obligará al paro inmediato de la planta desalinizadora, semejantemente, si por cualquier motivo la planta desalinizadora disminuye su tasa de producción o la detiene del todo, el flujo del agua transportada en el acueducto disminuirá o se detendrá. El hecho es que se tratará de dos elementos enteramente integrados por lo que operativamente ocurrirán como un solo proyecto.

El control del flujo en el acueducto y debido a lo que se explica antes, el control en la tasa de producción de agua potable en la planta desalinizadora, estará sujeto a la demanda en los tanques de la CESPT, la cual a su vez estará determinada por el consumo de agua de Tijuana. Si por cualquier motivo la población entera dejara de consumir agua, el flujo en el acueducto y la producción de agua en la planta desalinizadora tendría que detenerse. En la práctica una situación así puede ser descartada, sin embargo esto permite resaltar el origen del control para este la operación de este proyecto.

Adicionalmente puede esperarse que durante la operación pueda presentarse la necesidad de realizar alguna tarea de mantenimiento a las instalaciones del acueducto, pero debido a la naturaleza de esta infraestructura esto será remoto, y por lo tanto no habrá personal trabajando para el acueducto, sino que al igual que la operación en el cuarto de control, las tareas de mantenimiento serán realizadas por el personal de la planta desalinizadora.

## II.5 Etapa de Abandono del Sitio

### Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo.

Al concluir cada contratista con los objetivos de la construcción a su cargo, tendrá lugar el abandono del sitio por parte de este, y eventualmente por parte de todos los contratistas. Para asegurar que estos no dejen en el sitio del proyecto, residuos, maquinaria inservible o piezas usadas de maquinaria, o restos de contaminación; cada contratista estará sujeto a limpiar sus áreas de trabajo y campamento, llevándose hasta el último vestigio de maquinaria y partes, materiales y residuos.

El abandono de cada sitio asignado a los contratistas para campamento de obra, y los sitios de obra y/o de trabajo, estará regido por las siguientes exigencias:

1. Retirá todos los materiales sobrantes, desperdicios y residuos generados por su trabajo.
2. Retirá toda la maquinaria y herramienta, en servicio o descompuesta que haya traído a la obra, así como cualquier parte y/o refacción, útil o inservible.
3. Desmantelará y retirará todas las partes y todos los materiales correspondientes a todas y cada una de las instalaciones y edificaciones del campamento y sitios de construcción, que el contratista haya instalado durante la obra.
4. Retirá los suelos contaminados y/o en su caso remediará los suelos contaminados, haciendo uso para el caso de los servicios de un laboratorio ambiental especializado y en su caso de una empresa autorizada para realizar esta clase de servicios, la cual en última instancia deberá extender un reporte técnico reportando el estado de limpieza del sitio.
5. El contratista será responsable de restaurar las condiciones naturales prevalecientes a la toma del sitio para los fines consumados, requiriendo de la contratación de una empresa de restauración especializada en el tipo de paisaje del lugar.

### Abandono de las instalaciones

Dada la naturaleza de la infraestructura, no se prevé en el futuro previsible que las obras sean abandonadas.

En el remoto caso de que se agotara la razón de ser del proyecto, será necesario determinar si la infraestructura construida debe ser eliminada.

## II.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Asociado al proyecto se construirá una planta desalinizadora, utilizando tecnología de membranas de ósmosis inversa, con una capacidad media de 4.4 m<sup>3</sup>/s (100,000 GPD). La planta será alimentada con 10 m<sup>3</sup>/s de agua de mar, la cual será tomada de la descarga del circuito principal de enfriamiento de la Central Termoeléctrica Presidente Juárez de la CFE. Se presentará, en forma de proyecto independiente el Manifiesto de Impacto Ambiental de la planta Desalinizadora.

Asociado al proyecto se construirá el Acueducto “Rosarito – El Florido”, que tendrá por objeto transportar el agua potable que se pretende producir en la planta desalinizadora, hasta el punto de entrega que ha sido convenido con la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), el

cual se localiza en el extremo oriente de la zona urbana de Tijuana, en la zona conocida como El Florido, en el sitio donde se ubica la planta de potabilización y los tanques de distribución de la CESPT

## **II.7 Utilización de explosivos**

La construcción de este proyecto no ocupará de la utilización de explosivos.

## **II.8 Manejo de los residuos**

### **II.8.1 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

Durante la construcción se anticipa que se generará una variedad de residuos, para lograr el manejo adecuado de estos, se implementará un programa cuyas principales características son las siguientes:

- 1) Cada uno de los contratistas quedará legal y explícitamente obligado a implementar los controles pertinentes de acuerdo con lo que a continuación se expresa.
- 2) Se clasificaran los residuos en los siguientes tres grupos y recibirán el manejo que a continuación se esboza:
  - a) Residuos de la construcción. Consisten de las corrientes de residuos generados en los frentes de la obra, estos son: cascajo, tierra, madera, metales, papel y cartón, etc. Estos residuos serán segregados en corrientes homogéneas y su manejo estará centrado en lograr la máxima tasa de reutilización y reciclaje posible. Los volúmenes que no puedan ser reaprovechados, serán enviados en conformidad a lo establecido por las autoridades municipales y estatales para el manejo de residuos de la construcción.
  - b) Residuos sólidos, constituidos de aquellos que son colectados en el comedor de los trabajadores, en las oficinas y en los sanitarios del personal. Estos residuos se concentrarán diariamente en un contenedor central de donde una empresa especializada, los colectará y dispondrá de acuerdo a lo establecido por el Reglamento Municipal.
  - c) Residuos peligrosos, constituidos por aceite residual y filtros de aceite de la maquinaria pesada, etc. El manejo de estos residuos peligrosos es entera responsabilidad de cada contratista, quien deberá estar al corriente con respecto a sus obligaciones ambientales, y contratará los servicios de una empresa autorizada para la disposición final de los mismos.
- 2) Todo el personal de la obra recibirá entrenamiento en aspectos de responsabilidad ambiental, identificación y manejo de residuos, respuesta a situaciones de emergencia, manejo de vida silvestre y seguridad, con el fin de asegurar el mejor comportamiento ambiental del proyecto.

La operación del acueducto no producirá residuos de ningún tipo. Por esta razón, no se presenta descripción de residuos generados en la operación.

### **II.8.2 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

#### ***Residuos sólidos***

Durante las etapas de preparación del terreno y construcción, los contratistas serán responsables de establecer los convenios necesarios para la colecta de residuos con prestadores de servicios autorizados, por lo que de esta manera se garantizará que los sitios en los que los residuos sean dispuestos sean los que estos prestadores tienen autorizados por el municipio.

#### ***Residuos Peligrosos***

En el caso de cada contratista, sus residuos peligrosos serán colectados en sus puntos de generación por personal entrenado para el efecto, y con dispositivos apropiados, y serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos, donde el responsable del mismo los ingresará, anotando en las bitácoras los volúmenes generados de cada corriente. Periódicamente una empresa especializada en el manejo de residuos peligrosos, será contratada para coleccionar los volúmenes acumulados en la planta, para enviarlos, según sea el caso a los sitios de disposición, o a tratamiento o destrucción. En el almacén temporal se tendrán los controles administrativos necesarios para asegurar y documentar este proceso.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

En la elaboración de esta sección se consultaron los documentos de planificación que ordenan la zona donde se ubicará el Proyecto. De acuerdo a la Ley de Planeación del Estado de Baja California, los documentos con validez legal son:

- Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 (PND)
- Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC) 2009-2013.
- Plan Municipal de Desarrollo de Tijuana 2011-2013
- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2010—2030
- Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Baja California 2008 – 2013

Además de la legislación, reglamentos, decretos y normatividad ambiental

#### III.1 Información sectorial

El Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018 (PND), Economía competitiva y generadora de empleos menciona en la estrategia 4.4.3. *“Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.”*

El PND referente al Sector Hidráulico menciona en la estrategia 4.4.2 *“... Asegurar agua suficiente y de calidad adecuada para garantizar el consumo humano y la seguridad alimentaria, Fortalecer el desarrollo y la capacidad técnica y financiera de los organismos operadores para la prestación de mejores servicios.”*

El Plan Estatal de Desarrollo 2013–2018 (PED) relativo a “Desarrollo regional sustentable menciona en el eje 3.3.2 Desalación *“Lograr la planeación y ejecución de proyectos de desalación de agua de mar para integrarlos como nuevas fuentes de abastecimiento con una visión sustentable para beneficio de las localidades”*

En el Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado (POEBC), específicamente en lo relativo al Recurso Agua el capítulo 2...” *aborda el diagnóstico de las variables ambientales destacando su problemática asociada a la disponibilidad actual y futura del agua, su tratamiento y reusó”.*

El Plan Municipal de Desarrollo de Tijuana 2011-2013, dentro su componente Desarrollo Social integral menciona *Estrategia 2.1.1.2 Mejorar la calidad de vida de sector marginado* que debido al crecimiento poblacional y urbano tan acelerado...uno de sus mayores retos del gobierno municipal es maximizar el uso y aprovechamiento de la infraestructura y servicios existentes

Dadas las características del proyecto bajo estudio, resulta concluyente que sus objetivos están profundamente vinculados con los lineamientos descritos en los anteriores párrafos, siendo útil resaltar que el éxito de este proyecto resultará en el incremento sustancial de la disponibilidad de agua potable, lo que potenciará las posibilidades de crecimiento, desarrollo económico y social de la región.

### III.2 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región.

*Documento* .....: **Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC)**

*Objeto del documento*.....: Instrumentar la planeación del desarrollo de las actividades productivas, el manejo de residuos, la educación ambiental, el uso de los recursos hídricos y la conservación y restauración de los recursos naturales, así como la distribución equitativa en el entorno.

*Marco de aplicabilidad* .....: Todas las actividades agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, minería, turismo, industria manufacturera, comercio y servicios, en Baja California.

*Zonificación aplicable*.....: UGA-2 Tijuana, Rosarito, Tecate y Ensenada.

Subsistema: 1.2.Ti.3.2.a5 Tijuana área urbana (Figura III. 1).

*Política Ambiental*.....: La UGA-2 está constituida por 30 subsistemas y una superficie de 7,973 Km<sup>2</sup>, comprende la mancha urbana de Ensenada y la conurbación formada por las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito, la dinámica poblacional y la metropolización de estas tres ciudades convierten a la región en un potencial polo de atracción para el desarrollo económico, industrial, comercial y turístico con dimensiones regionales y binacionales que se extiende al puerto de Ensenada.

Como UGA aplica la Política General de Aprovechamiento con Consolidación.

Específicamente para el Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada, que se extiende desde Playas de Tijuana hasta Punta Banda - La Bufadora, se establece una política particular de Aprovechamiento con impulso que fortalece la vocación turística de la región.

En los asentamientos periféricos a las cuatro cabeceras municipales se aplica una política con impulso tendiente a vigorizar el desarrollo urbano.

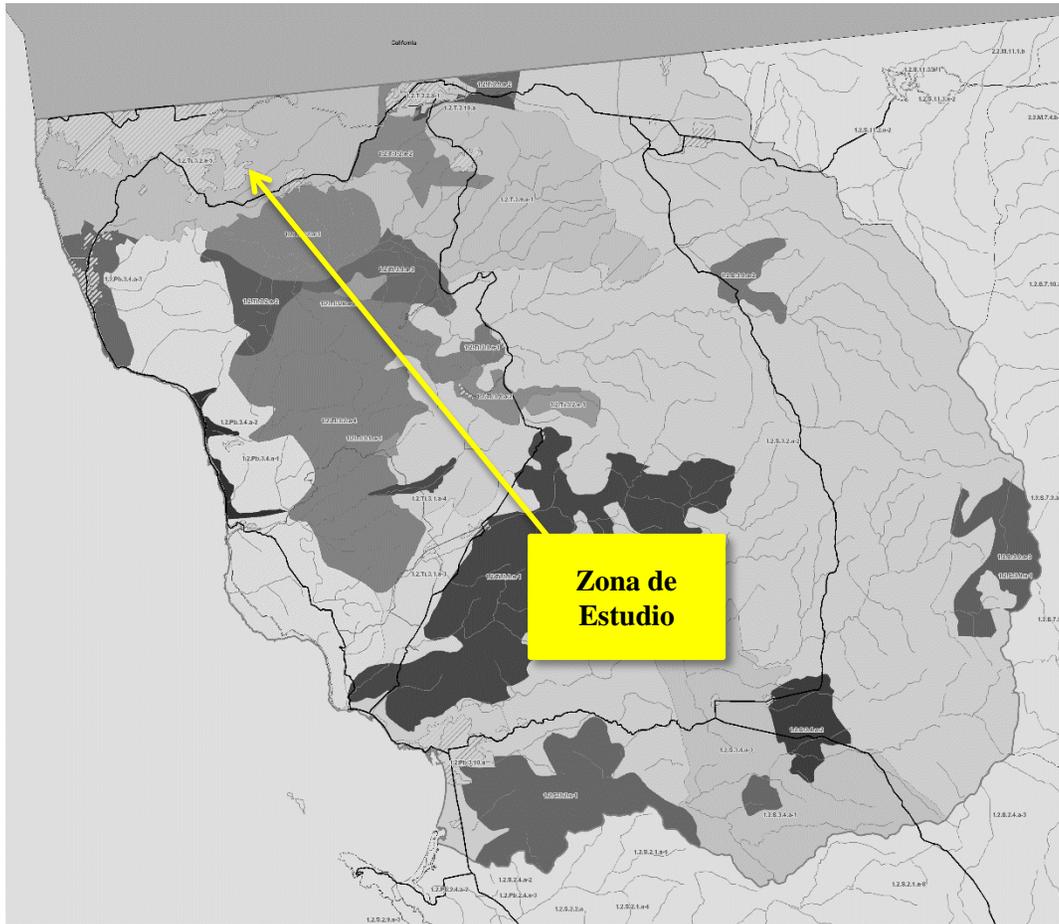
*Grado de Vinculación* .....: Las características fundamentales del proyecto son:

- Considerando que la política general para la UGA es de Aprovechamiento con Consolidación, la cual implica “*aplicar medidas tendientes a fortalecer y asegurar el uso adecuado del territorio en función de criterios económicos, urbanos, ecológicos y sus correspondientes ordenamientos y normas, para minimizar los efectos nocivos en el medio ambiente.*”
- Se concluye que el proyecto se vincula con la política general de Aprovechamiento con Consolidación.

**Tabla III. 1, Vinculación del proyecto con el POEBC**

Lineamiento	Situación en el Proyecto
<b>Desarrollo de Obras y Actividades</b>	
1. <i>Se cumplirá con lo establecido en los programas de ordenamiento territorial y ecológico locales.</i>	Se ha asegurado que el uso de suelo pretendido es congruente con la zonificación del programa de desarrollo urbano de Playas de Rosarito.
2. <i>El desarrollo de cualquier tipo de obra y actividad, incluyendo el aprovechamiento de los recursos naturales deberá cumplir con las disposiciones estipuladas en la legislación ambiental vigente, con los lineamientos ambientales establecidos en este ordenamiento y con planes y programas vigentes correspondientes.</i>	El proyecto dará cumplimiento a todas las disposiciones establecidas en la legislación ambiental, así como en los planes y ordenamientos aplicables.
3. <i>El desarrollo de las actividades en la entidad se realizará de acuerdo con la vocación natural del suelo, y ser compatible con las actividades colindantes en estricto apego a la normatividad aplicable</i>	Se ha asegurado que la zonificación del programa de desarrollo urbano aplicable, hace congruente el uso de suelo pretendido.
4. <i>No se permiten asentamientos humanos y edificaciones en zonas de riesgo como cañones, lechos y cauces de arroyos, zonas con pendientes pronunciadas, zonas de fallas geológicas, zona de deslizamientos, y zonas litorales expuestas a oleaje de tormenta y procesos de erosión.</i>	El predio elegido no se localiza en una zona de riesgo del tipo referido y la obra en la zona de costa será desarrollada en atención a las medidas requeridas para garantizar su seguridad y durabilidad.
5. <i>Las obras y actividades que se lleven a cabo en la entidad no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.</i>	El predio elegido se localiza en la mancha urbana y no existen corredores biológicos en el mismo.
6. <i>Se prohíbe la explotación de bancos de material pétreo dentro de la mancha urbana de centros de población y en predios colindantes o cercanos a los asentamientos humanos, en por lo menos 500 m de distancia.</i>	No aplica, ya que este proyecto no contempla la explotación de materiales pétreos.
<b>Manejo de Residuos</b>	
7. <i>En el manejo y disposición final de los residuos generados en obras de construcción y en las actividades productivas y domésticas, se cumplirá con las disposiciones legales establecidas para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, y residuos de manejo especial.</i>	El Programa de Protección Ambiental Etapa de Construcción (PPAEC) y el Sistema de Administración Ambiental (SAA) para la operación de la planta, asegurará que el manejo de los residuos se realice en forma responsable y en cumplimiento de la legislación y la normatividad.
8. <i>Los planes y programas de gestión integral de los residuos deberán incluir campañas permanentes de concientización sobre el almacenamiento, manejo y reciclaje de residuos.</i>	El PPAEC y el SAA aseguraran el cumplimiento de estos lineamientos
9. <i>El transporte de materiales de construcción, pétreos y de residuos de obras y actividades se</i>	El PPAEC asegurara que el transporte de los materiales para la construcción de la planta se realice

Lineamiento	Situación en el Proyecto
<i>realizará evitando la emisión de polvos, así como daños a la salud pública, calles, caminos, servicios públicos, construcciones existentes, cultivos y cualquier tipo de bien público y privado.</i>	de manera que se evite la emisión de polvo al circular por el municipio.
<b>Recurso Agua</b>	
<i>10. Todas las actividades que generen aguas residuales, deberán cumplir con las disposiciones de la legislación vigente.</i>	Las descargas de agua residual, tanto de la etapa de construcción como de la operación, cumplirán con la normatividad vigente aplicable.
<i>11. En el desarrollo de actividades se promoverá el ahorro de agua potable y el reúso de aguas grises.</i>	El PPAEC tendrá un enfoque especial en promover la optimización del aprovechamiento del agua.
<b>Lineamientos para el Uso con Aprovechamiento</b>	
<i>12. Se permite el desarrollo de actividades económicas y de desarrollo urbano, las cuales cumplirán con las disposiciones de la legislación ambiental vigente, y considerarán los criterios ambientales establecidos en este ordenamiento y en los planes y programas vigentes.</i>	Este es un proyecto productivo y el uso de suelo del predio permite este tipo de actividades.
<i>13. Es prioritario considerar el manejo de materiales y residuos peligrosos de acuerdo a los ordenamientos vigentes en la materia.</i>	Es prioritario asegurar el correcto manejo de los residuos peligrosos.
<b>Uso de Agua Potable y Manejo de Agua Residual</b>	
<i>14 Utilizar desaladora como opción par abasto de agua potable</i>	El proyecto se alinea completamente con este punto ya que este es su objetivo.
<i>15. Reducir la descarga de contaminantes a los cuerpos de agua</i>	La descarga del proceso se sujetará a lo establecido en la normatividad vigente.



**Figura III. 1. Mapa de localización de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 2.**

### III.3 Análisis de los instrumentos normativos

#### Leyes y reglamentos

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

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece que *los proponentes de la realización de obras o actividades que generen o puedan generar efectos significativos sobre el ambiente o los recursos naturales, están obligados a obtener la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT (ver Artículo 28 fracciones II y VII de la LGEEPA)*. Para el caso del proyecto bajo estudio, el Promovente debe presentar una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular ante la SEMARNAT quien evaluará la procedencia del proyecto.

##### 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 distintas a las forestales, deberá obtener la autorización de SEMARNAT para el cambio del uso en terrenos forestales (artículo 117)*.

Este proyecto no removerá vegetación en terrenos forestales por lo que no requiere tramitar autorización para el cambio de uso en terrenos forestales.

##### Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

De acuerdo al artículo 28 de la LGPGIR, *los generadores de residuos peligrosos a 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*.

Este proyecto no generara residuos peligrosos.

##### Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental

De acuerdo con el Artículo 5° de este reglamento, *Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros (fracción A.IV.), requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental*. Con el fin de cumplir 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 disquete, y una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes).

##### Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmosfera

De acuerdo al Artículo 17 Bis de este Reglamento, el proyecto bajo estudio no es considerado como fuente fija de jurisdicción Federal.

##### 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 estas áreas. Finalmente, en el artículo 91 se dan las disposiciones para su disposición final.*

El proyecto no generara residuos peligrosos. .

#### Normas Oficiales Mexicanas

En la Tabla III. 2 se presentan las Normas Oficiales Mexicanas vigentes y que regulan al proyecto, de acuerdo con las características de los procesos para la conducción de agua potable.

#### Decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas

De acuerdo al listado de áreas naturales protegidas elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas de la SEMARNAT, la región en que se desarrollará el proyecto propuesto, no se encuentra en la zona de determinada de ninguna de las áreas nacionales protegidas, o parque nacional, siendo las más cercana el A.N.P. Sierra de San Pedro Mártir, Parque Nacional Constitución de 1857; y el Área para la Protección de la Flora y Fauna Valle de los Cirios. Otras zonas relativamente cercanas son ANP Isla Guadalupe, y la R.B. Islas del Golfo de California.

**Tabla III. 2; Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental**

Norma	Cumplimiento por el Proyecto
<u>Aire</u>	
NOM-041-SEMARNAT-2006. Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.	- Se especifica en el capítulo II que con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de límites aplicables a vehículos y maquinaria de construcción, se someterá a estos a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo para asegura su funcionamiento dentro de las especificaciones previstas en su diseño.
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.	-
NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.	Se establecerán un monitoreo continuo para mantener los niveles de emisión permisibles por los equipos de combustión utilizados en el sitio del proyecto con el fin de proteger la calidad del aire.
NOM-023-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población"	Se establecerán monitoreos en conjunto con la CFE para cumplir con los límites máximos emisibles de concentración de bióxido de nitrógeno en el aire emitido en los sitios del proyecto.
<u>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.	- Se declara en el capítulo II que existirá un programa de monitoreo, seguimiento y control del nivel de ruido ambiental emitido en los sitios del proyecto.
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.	Se declara en el capítulo II que existirá un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el funcionamiento de acuerdo a las especificaciones de fabricación en términos de emisión de ruido de los vehículos y maquinaria que será usado por el proyecto.
<u>Manejo y transportación de residuos</u>	
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.	- El Promovente declara en el capítulo II de este documento, que el manejo de los residuos que se generen en todas las etapas e instalaciones del proyecto, serán manejadas de acuerdo con lo establecido por la reglamentación aplicable y a un programa de manejo destinado a minimizar su generación.
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.	El Promovente declara en el capítulo II de este documento, que los residuos peligrosos serán concentrados temporalmente en almacenes con las características indicadas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 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	En caso de generarse algún residuo que se pretenda

Norma	Cumplimiento por el Proyecto
procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	demostrar que se trata de un residuo no peligroso, se utilizará el procedimiento establecido por la SEMARNAT el cual incluye el análisis consignado por esta NOM.
NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana	Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos que se requieran en cualquiera de las etapas del proyecto bajo estudio, estarán sujetas a procedimientos que aseguren que no se tengan almacenados residuos incompatibles según lo establece esta NOM.
<u>Agua Residual</u>	
NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas nacionales y bienes nacionales	Las descargas de agua residual, tanto de la etapa de construcción, cumplirán con la normatividad vigente aplicable.
NOM-003-ECOL-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público	
<u>Agua potable</u>	
NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".	El agua conducida por el acueducto cumplirá con las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
<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.	Como parte del proceso de este estudio se han identificado las especies de la flora y de la fauna que pudieran resultar afectadas por la realización de este estudio y como medida de mitigación se ha propuesto la implementación de programas de protección de fauna durante la construcción

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

##### IV.1 Delimitación del área de estudio

La Zona de Estudio (ZE) que aplica al proyecto bajo estudio, debe determinarse en consideración a los siguientes aspectos: Ubicación del sitio propuesto. Extensión territorial de la influencia del proyecto bajo estudio. Regionalización establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California (POEBC).

Tal y como quedó expresado en el Capítulo II, la ubicación proyectada para el acueducto es dentro de la mancha urbana de Tijuana. El acueducto cruzara la ciudad de Tijuana desde Cerro gordo, en la delegación de El Florido, para después cruzar la ciudad hasta llegar a la delegación de Otay. En la Figura IV. 1 se observa la ubicación del trazo del acueducto.



**Figura IV. 1, Ubicación del acueducto Rosarito – El Florido (rojo), acueducto Rosarito – El Florido (naranja)**

La UGA - 2 Tijuana, Rosarito, Tecate y Ensenada está constituida por 30 subsistemas y una superficie de 7,973 km<sup>2</sup>, comprende la mancha urbana de Ensenada y la conurbación formada por las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito, la dinámica poblacional y la metropolización de estas tres ciudades convierten a la región en un potencial polo de atracción para el desarrollo económico, industrial, comercial y turístico con dimensiones regionales y binacionales. Para esta unidad de gestión aplica la Política General de Aprovechamiento con Consolidación.

Por el grado de desarrollo alcanzado en Tijuana se aplica una política particular de aprovechamiento con consolidación, ello con la finalidad de planear de la mejor manera el potencial de desarrollo económico existente. La misma condición opera para las ciudades de Ensenada, Playas de Rosarito y Tecate en el sentido de fortalecer el desarrollo. Los asentamientos periféricos a las cuatro cabeceras municipales aplicaran una política de aprovechamiento con impulso tendiente a vigorizar el desarrollo urbano.

En la Figura IV. 2, se presenta la UGA 2 subsistemas 1.2.Ti.3.2.a5, misma que comprende a la zona urbana de Tijuana. Se trata de una zona urbanizada, con características esencialmente uniformes, dentro de la cual podemos anticipar quedará circunscrita la influencia del proyecto.

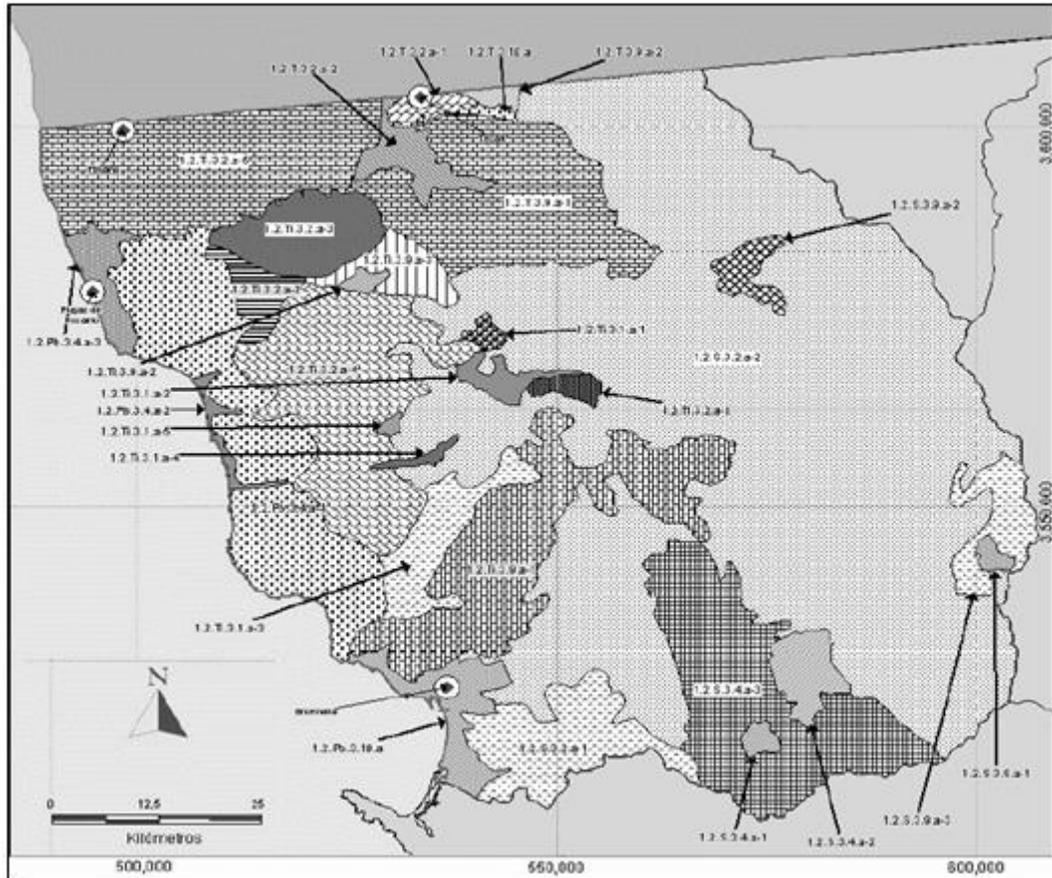


Figura IV. 2, Regionalización del POEBC, UGA 2

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

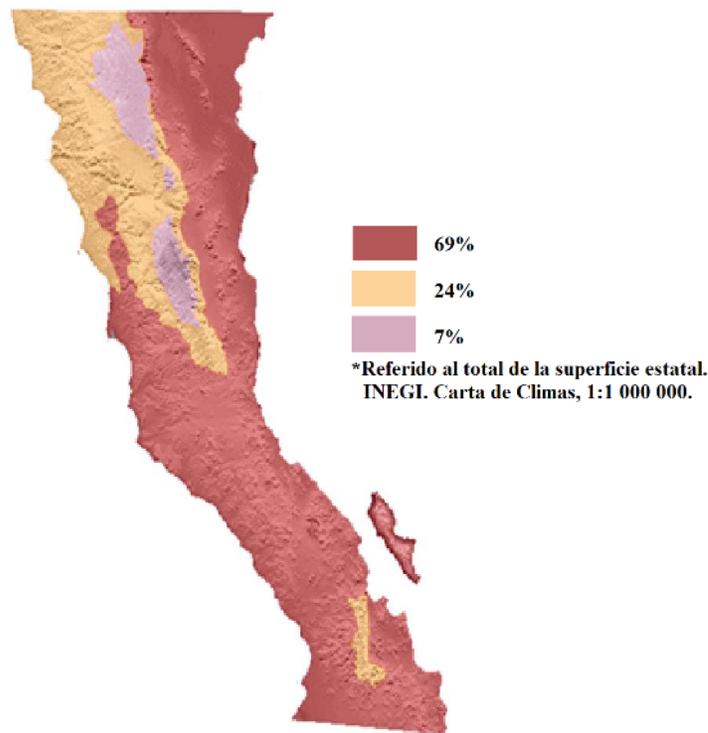
En esta sección se analizaron los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo de la ZE

### IV.2.1 Aspectos abióticos

## MEDIO TERRESTRE

### CLIMA

De acuerdo al Sistema de Clasificación climática Köppen, modificada por E. García (1981), el clima de la ZE corresponde al tipo árido mediterráneo (BSK). El cual se caracteriza por ser un clima fresco con una fuerte influencia marítima, seco y cálido en verano, y frío y húmedo en invierno (INEGI, 2007). En estas costas, se registran nieblas frecuentes sobre el mar y a lo largo del litoral costero. En la zona el clima es ligeramente extremoso, donde la humedad ambiental es continua, aportada principalmente por la brisa marina. La evaporación excede la precipitación, con régimen de lluvias en invierno (más del 36%) y veranos cálidos y poca oscilación térmica ver Figura IV. 3.



**Figura IV. 3, Clima del Estado de Baja California.**

Por la variedad de sus pisos altitudinales (desde la costa hasta los 3,100 m.s.n.m. en la Sierra de San Pedro Mártir) y su accidentado relieve, presenta distintos microclimas, aunque, en general, las estaciones están bien marcadas: otoño fresco, invierno frío y el resto del año soleado y cálido.

En la mayor parte del estado predomina un clima seco. Al estar al norte del Trópico de Cáncer, la estación fría es muy marcada. Pero las condiciones son distintas en el noroeste (Zona de Estudio), que

se caracterizan por su clima mediterráneo, con lluvias en invierno. Mientras que en las zonas de sierra el clima es semifrío y en el sur, seco y desierto, las temperaturas oscilan entre los 10° C y los 30° C.

### **Temperatura promedio mensual mínima y máxima en la ZE**

El promedio de la temperatura media mensual registrada entre los años 1951-2010 para la ZE es de 17°C, con un promedio de temperatura mensual que varía de 14.3°C a 20.9°C. El promedio de la temperatura media mensual presenta variaciones de aproximadamente 7°C

### **Temperaturas extremas**

En general el clima del municipio de Tijuana es templado y comprende dos subtipos: templado semiseco extremo y semicálido seco extremo.

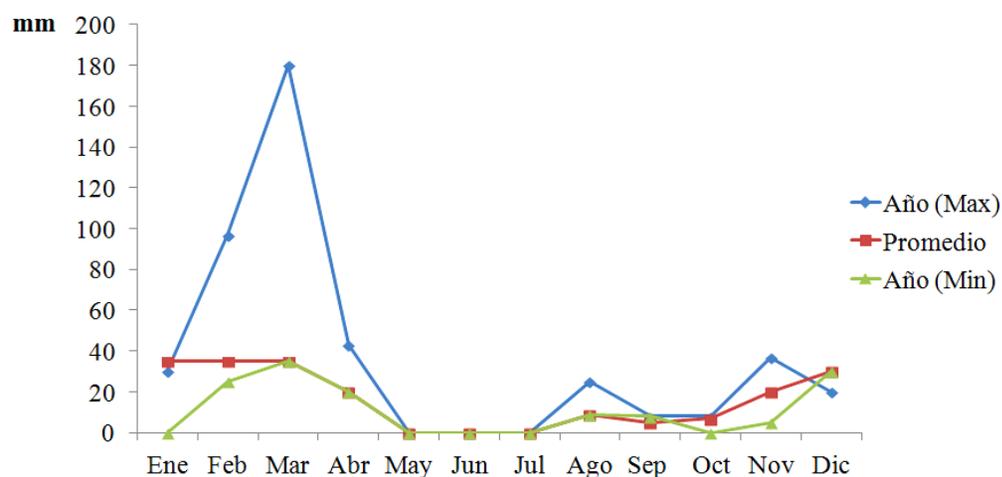
El primero corresponde a la mayor parte del municipio, incluyendo la ciudad. El segundo subtipo corresponde a una angosta franja del este del municipio, su temperatura media anual es de 18°, aun cuando su carácter de extremo presenta temperaturas de 7°C, hasta 24° C. (Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas: 1971-2000)

### **Heladas**

Las heladas inciden en un promedio de 0 a 20 días por año en el estado de Baja California, en esta zona de clima mediterráneo ocurren los promedios más bajos debido a que el clima es menos extremo.

### **Precipitación**

Los municipios de Rosarito, Ensenada, Tecate y Tijuana están sujetos a fenómenos meteorológicos extremos, tales como las tormentas de invierno durante los meses de diciembre y enero. La ZE (Tijuana) presenta una precipitación promedio mensual de 52.4 mm en febrero y 56.5 mm en marzo, y los meses menos lluviosos y más secos son junio y julio con 1.1 y 0 mm respectivamente (ver Figura IV. 3) La precipitación promedio anual más alta se presentó en 1978 con un valor de 499.8 mm y el promedio anual más bajo se presenta en 1968 con 74.6 mm



**Figura IV. 4 Distribucion mensual de lluvias para la ZE.**

### **Vientos (rosas estacionales y anual)**

Los registros diarios de vientos, efectuados por la estación meteorológica del aeropuerto de San Diego, CA<sup>1</sup>, para un periodo continuo de 7 años, de Enero de 2000 a diciembre de 2007, fueron procesados para obtener reportes de frecuencia (en conteo y porcentaje), rosa de los vientos e histogramas de frecuencia a distintos rangos de velocidad de viento.

Este procesamiento se realizó para el ciclo anual, para las 4 estaciones del año y a nivel mensual. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

En el análisis anual de los vientos dominantes se observa que más del 60% de los eventos registrados corresponden a velocidades de viento entre 0.5 y 3.6 m/s, y solo 10.58% de dichos eventos se encuentran entre 3.6 y 5.7 m/s que son los vientos máximos registrados. Los vientos por encima de 8.8 m/s son nulos.

Estos resultados arrojan vientos dominantes provenientes del W, WNW y NW, con un 60.96% de frecuencia.

El porcentaje de calmas no es reportado en los datos diarios, y para ello se obtuvo el reporte de datos de calmas de años anteriores, (1982-1994), el cual es de 6.33 % para el ciclo anual y varía de 3.38% a 12.92% para las 4 estaciones del año.

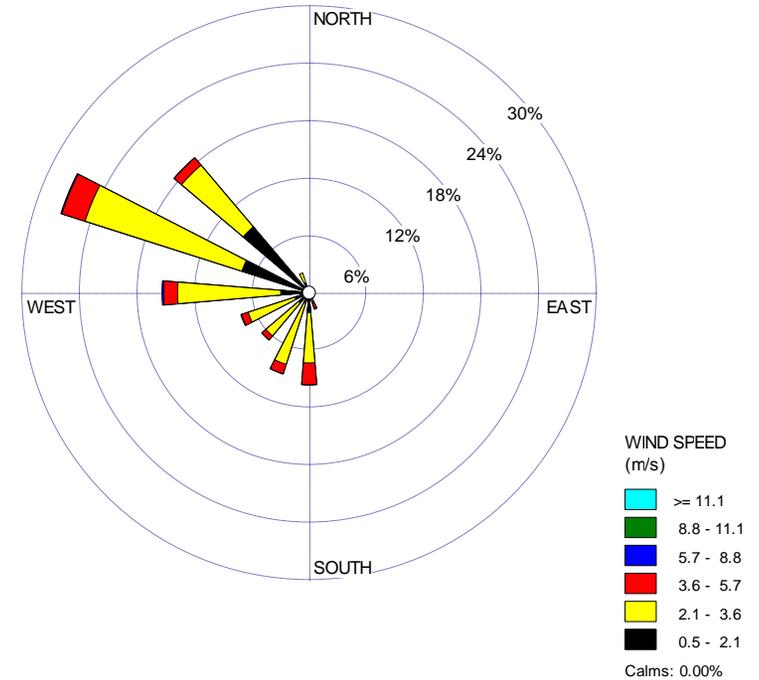
A continuación se presenta los porcentajes de los registros diarios (anuales) y la rosa de los vientos para la temporada 2000 – 2007.

---

<sup>1</sup> Estación San Diego/Lindberg, CA

Tabla IV. 1, Registro diarios de vientos (2000-2007).

Dirección del Viento	(% ) Velocidad del Viento m/s					Total
	0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	
N	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	0.42
NNE	0.14	0.07	0.03	0.00	0.00	0.24
NE	0.03	0.14	0.03	0.00	0.00	0.20
ENE	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.10
E	0.00	0.14	0.07	0.00	0.00	0.21
ESE	0.07	0.07	0.03	0.00	0.00	0.17
SE	0.10	0.41	0.21	0.07	0.00	0.79
SSE	0.34	0.86	0.62	0.10	0.00	1.92
S	2.16	5.24	2.26	0.03	0.00	9.69
SSW	1.23	6.68	1.03	0.03	0.00	8.98
SW	1.51	4.46	0.55	0.03	0.00	6.55
WSW	1.61	5.11	0.75	0.07	0.00	7.54
W	3.02	10.73	1.44	0.17	0.00	<b>15.35</b>
WNW	7.40	17.10	2.54	0.10	0.00	<b>27.14</b>
NW	9.05	8.40	0.99	0.03	0.00	<b>18.47</b>
NNW	1.13	1.10	0.00	0.00	0.00	2.23
Total	28.07	<b>60.72</b>	10.58	0.63	0.00	100.00
Promedio velocidad del viento:						2.66 m/s



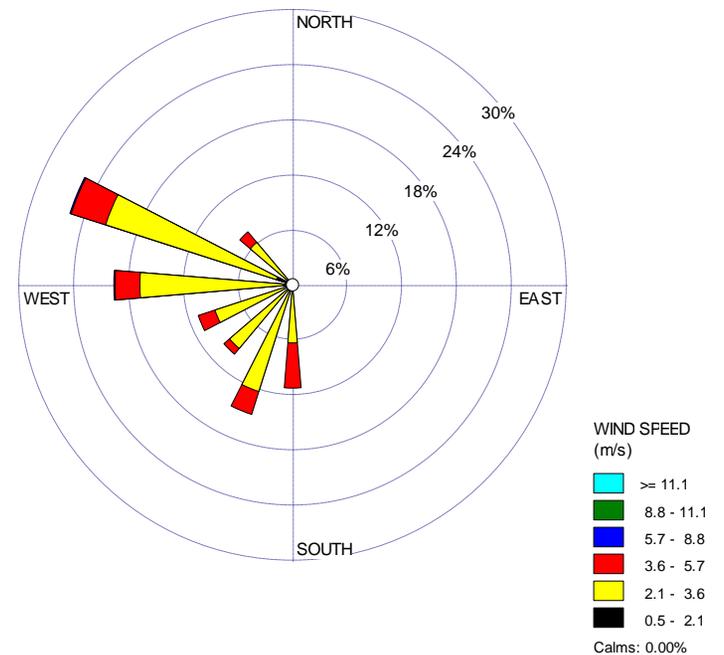
### Vientos de primavera:

Los vientos de primavera si bien siguen siendo dominantes los provenientes del WNW y W, se observa una mayor variabilidad en la dirección del viento, con ocurrencia de vientos del SSW. Las velocidades se concentran en valores del rango 2.1 a 3.6 m/s a una frecuencia de 76.89% y son nulos los vientos con velocidades por arriba de los 5.7 m/s.

Tabla IV. 2, Vientos estacionales Primavera (2000-2007).

Dirección del Viento	(%) Velocidad del Viento m/s					Total
	0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NNE	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.12
NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSE	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.28
S	0.27	6.11	4.89	0.00	0.00	11.27
SSW	0.14	12.09	2.58	0.00	0.00	<b>14.81</b>
SW	0.54	8.56	0.82	0.00	0.00	9.92
WSW	0.41	8.56	1.90	0.00	0.00	10.87
W	1.09	15.63	2.72	0.14	0.00	<b>19.58</b>
WNW	1.90	19.57	3.94	0.14	0.00	<b>25.55</b>
NW	0.00	6.11	1.49	0.00	0.00	7.60
NNW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	4.35	<b>76.89</b>	18.48	0.28	0.00	<b>100.00</b>

Promedio velocidad del viento: 3.07 m/s

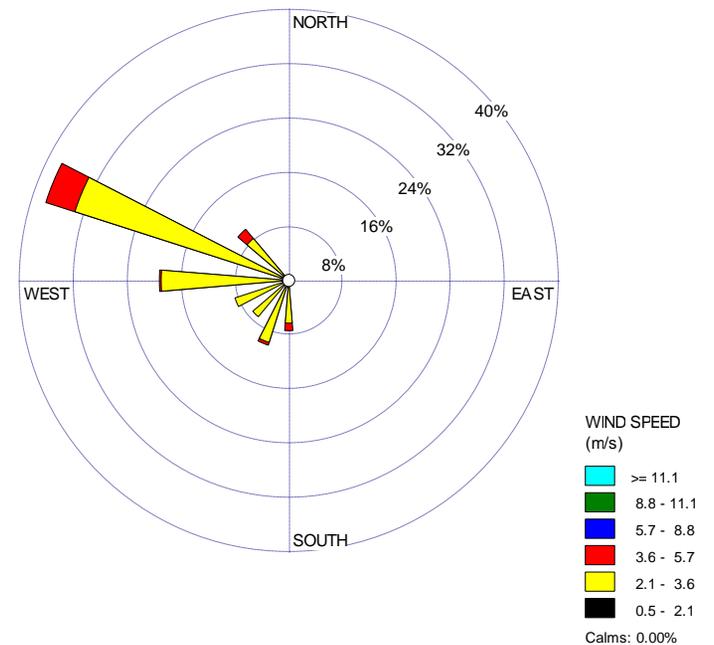


### Vientos de Verano:

En la temporada de verano, el 65.3% de los eventos registrados, siguen siendo vientos provenientes del W, WNW y NW a una velocidad de 0.5 a 3.6 m/s, con ocurrencia de vientos del S y SSW. No se llegan a presentar vientos con velocidades mayores a 8.8 m/s.

**Tabla IV. 3, Vientos estacionales Verano (2000-2007).**

Dirección del Viento	(%) Velocidad del Viento m/s					Total
	0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NNE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.30	6.10	1.10	0.00	0.00	7.50
SSW	0.30	9.40	0.40	0.00	0.00	<b>10.10</b>
SW	0.70	6.40	0.00	0.00	0.00	7.10
WSW	0.40	8.00	0.00	0.00	0.00	8.40
W	1.00	18.00	0.30	0.00	0.00	<b>19.30</b>
WNW	1.20	32.00	4.50	0.00	0.00	<b>37.70</b>
NW	0.10	8.00	1.80	0.00	0.00	9.90
NNW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total:</b>	<b>4.00</b>	<b>87.90</b>	<b>8.10</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>
Promedio velocidad del viento:						2.93 m/s



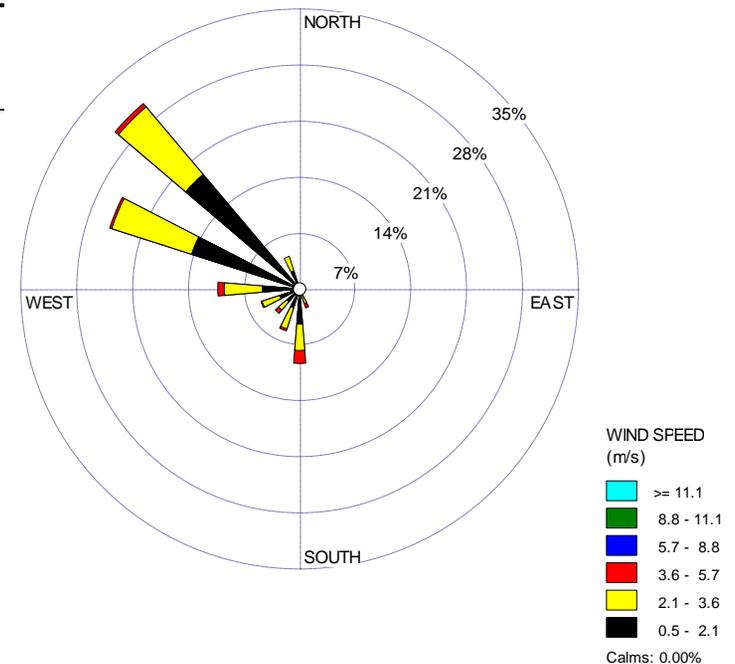
### Vientos de Otoño:

En otoño, siguen siendo predominantes, los vientos con dirección W, WNW y NW, presentando el 65.64% de los eventos registrados. Así mismo se presenta una disminución en el rango de velocidad, el cual abarca valores de 0.5 a 3.6 m/s, a una frecuencia acumulada de 95.11%.

**Tabla IV. 4, Vientos estacionales Otoño (2000-2007).**

Dirección del Viento	(%) Velocidad del Viento m/s					Total
	0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	
N	0.24	0.41	0.00	0.00	0.00	0.65
NNE	0.27	0.14	0.00	0.00	0.00	0.41
NE	0.14	0.27	0.00	0.00	0.00	0.41
ENE	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
E	0.00	0.41	0.14	0.00	0.00	0.55
ESE	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.28
SE	0.14	0.68	0.00	0.00	0.00	0.82
SSE	0.54	1.49	0.54	0.00	0.00	2.57
S	4.48	3.26	1.63	0.00	0.00	9.37
SSW	2.58	2.72	0.27	0.00	0.00	5.57
SW	2.17	1.36	0.54	0.00	0.00	4.07
WSW	2.72	2.31	0.00	0.14	0.00	5.17
W	4.76	4.76	0.82	0.00	0.00	<b>10.34</b>
WNW	14.27	10.46	0.27	0.00	0.00	<b>25.00</b>
NW	18.75	11.01	0.54	0.00	0.00	<b>30.30</b>
NNW	2.45	1.90	0.00	0.00	0.00	4.35
Total:	<b>53.79</b>	<b>41.32</b>	4.75	0.14	0.00	<b>100.00</b>

Promedio velocidad del viento: 2.22 m/s



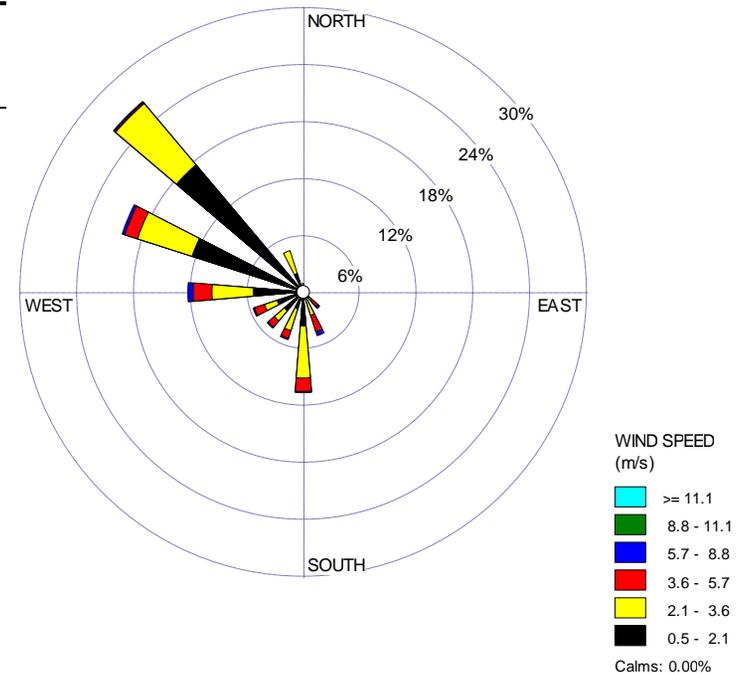
### Vientos de Invierno:

Con respecto a la temporada de invierno, los eventos ocurridos para los vientos dominantes en las direcciones W, WNW y NW es 58.59%, con una velocidad predominante de 0.5 a 3.6 m/s y valores esporádicos entre 3.6 a 8.8 m/s; en general las velocidades tienden a disminuir durante ésta temporada.

**Tabla IV. 5, Vientos estacionales Invierno (2000-2007).**

Dirección del Viento	(%) Velocidad del Viento m/s					Total
	0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	
N	0.56	0.42	0.00	0.00	0.00	0.98
NNE	0.28	0.00	0.14	0.00	0.00	0.42
NE	0.00	0.28	0.14	0.00	0.00	0.42
ENE	0.14	0.00	0.14	0.00	0.00	0.28
E	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.28
ESE	0.14	0.14	0.14	0.00	0.00	0.42
SE	0.28	0.98	0.84	0.28	0.00	2.38
SSE	0.84	1.83	1.83	0.42	0.00	4.92
S	3.65	5.48	1.40	0.14	0.00	10.67
SSW	1.97	2.39	0.84	0.14	0.00	5.34
SW	2.67	1.40	0.84	0.14	0.00	5.05
WSW	2.95	1.40	1.12	0.14	0.00	5.61
W	5.34	4.35	1.97	0.56	0.00	<b>12.22</b>
WNW	12.38	6.04	1.40	0.28	0.00	<b>20.10</b>
NW	17.56	8.43	0.14	0.14	0.00	<b>26.27</b>
NNW	2.11	2.53	0.00	0.00	0.00	4.64
Total:	<b>50.87</b>	<b>35.81</b>	11.08	2.24	0.00	<b>100.00</b>

Promedio velocidad del viento: 2.43 m/s



Haciendo un análisis a nivel mensual, se observa que durante los meses de enero y febrero predominan los vientos con velocidad de 0.5-2.1 m/s, posteriormente tienden a elevar la velocidad de 2.1-3.6 m/s en un periodo que abarca desde marzo hasta abril. Por último, en los meses de noviembre y diciembre se vuelve a presentar vientos con una velocidad de 0.5-2.1 m/s. Dichos vientos, provienen principalmente del W, WNW y NW, con ocurrencia de vientos del sur. No se presentan vientos con velocidad por encima de 8.8 m/s.

### **Vientos de Santa Ana**

Los Vientos de Santa Ana son un fenómeno singular, que se origina en la cuenca entre la Sierra Nevada y las Montañas Rocosas. Esta masa de aire es empujada hacia el sur a través de la Gran Cuenca, dando lugar a una circulación rotativa en el sentido de las agujas del reloj desde un centro de alta presión, resultando en vientos con dirección oeste hacia las latitudes de la Baja California. Este fenómeno ocurre durante el otoño y comienzos de la primavera, cuando el desierto de Mojave y Sonora son relativamente fríos, aunque pueden formarse en cualquier momento del año. Cuando el aire es empujado contra la sierra desde la zona desértica en dirección oeste, se calienta al ser comprimido. También se favorece que la humedad en superficie se evapore de modo relativamente homogéneo. Este fenómeno da lugar a vientos fuertes e intensos con dirección al Oeste, que conjuntamente con la baja humedad a que están asociados, producen una significativa elevación de la temperatura. Estos eventos suelen durar entre 24 y 72 horas, y están asociados a la ocurrencia de incendios forestales. La región costera de Baja California, durante el viento de Santa Ana está típicamente más caliente hacia la costa que en los desiertos y la humedad cae a menos del 15%.

### **Humedad**

La escasa precipitación pluvial se compensa en parte con la humedad atmosférica en la costa del Pacífico de Baja California. Las nieblas marinas cubren el matorral varias horas al día y son un factor climático importante en los valles. Esa humedad que por las noches se condensa en forma de rocío, es una fuente muy importante de agua para la vegetación de la región, ya que ingresa al valle durante el día y se contrarrestan con el calentamiento extremo, regresando a la costa por la noche.

La humedad relativa máxima registrada para el año 2000 fue de 97 por ciento, teniendo lugar durante los meses de mayo, julio y septiembre. Durante este mismo periodo, la humedad relativa mínima registrada fue de 14 por ciento, en el mes de diciembre.

La humedad relativa promedio es de 78.7%.

### **Eventos extremos (Huracanes)**

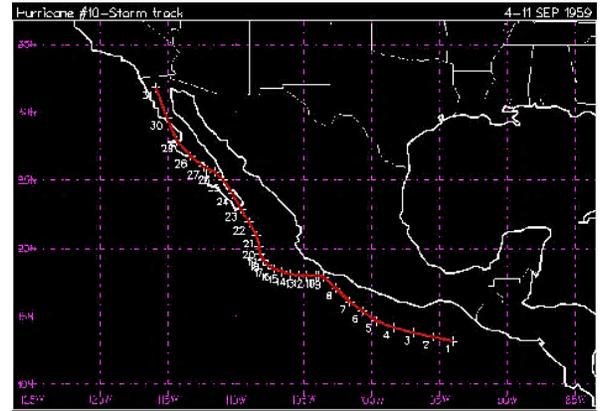
En la región norte de la Península de Baja California, la incidencia de ciclones o huracanes es muy baja, debido principalmente a que, al entrar a latitudes mayores de los 25° norte, la superficie del agua es más fría, lo que favorece la disminución en la intensidad de los ciclones.

Un total de nueve huracanes afectaron la península de Baja California entre 1949 y 2002. El único huracán que ha impactado el estado de Baja California fue el huracán NORA en 1997, el cual presentó velocidades máximas de viento de 130 km/h y penetra el estado aproximadamente a 300 km al sudeste de la Zona de estudio.

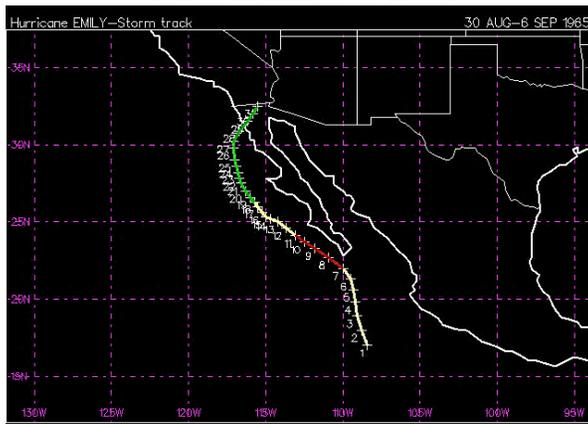
De acuerdo con el estudio hidrometeorológico realizado por CFE, el cual considera un período que abarca desde 1949 a 1998, de un total de 703 ciclones tropicales que se formaron en el Océano Pacífico Oriental, sólo seis de ellos afectaron directa o indirectamente el sitio de estudio (CFE, 1999). Las siguientes figuras muestran las trayectorias de estos 6 meteoros.



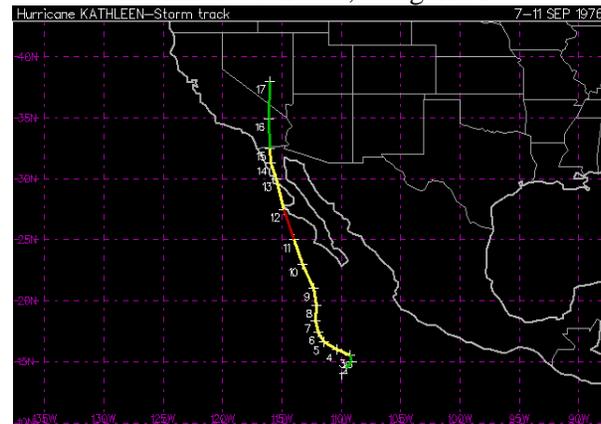
Tormenta Tropical #6 (24-29 AGO) 1951.  
Vientos máximos: 45 nudos



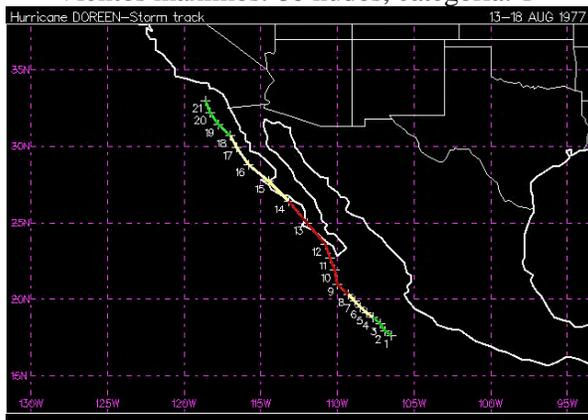
Huracán #10 (04-11 SEP) 1959. Vientos máximos: 75 nudos, categoría 1



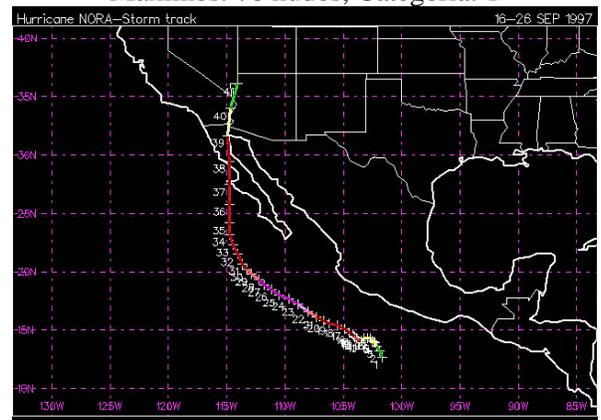
Huracán EMILY (30 AGO-06 SEP) 1965.  
Vientos máximos: 80 nudos, categoría: 1



Huracán KATHLEEN (07-11 SEP) 1976. Vientos Máximos: 70 nudos, Categoría: 1



Huracán DOREEN (13-18 AGO) 1977, Vientos máximos: 65 nudos, categoría: 1

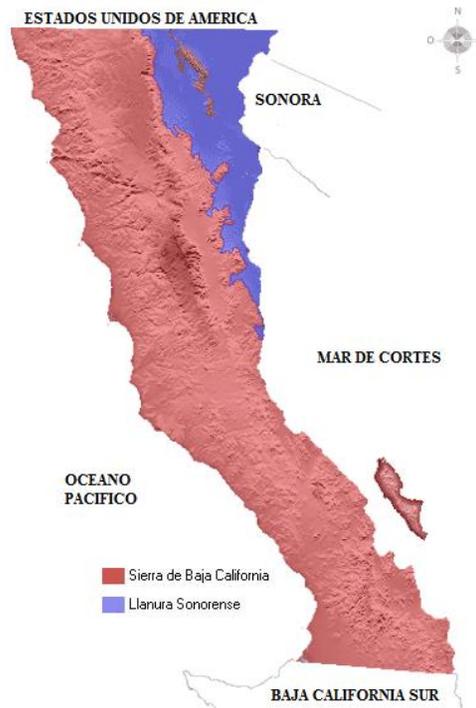


Huracán NORA (16-26 SEP) 1997. Vientos máximos: 115 nudos, categoría: 4

## **GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

### **Localización geológica de la ZE**

De manera general la ZE se encuentra localizada en la parte norte del estado de Baja California, en la provincia fisiográfica de la Península de Baja California. (Figura IV. 9). Esta zona se ubica en la provincia Sierra de Baja California Norte, comprende una superficie del 80% del área total del estado e incluye al municipio de Tijuana, la mayor parte de los municipios de Tecate, playas de Rosarito y Ensenada y cerca del 25% del de Mexicali.



**Figura IV. 5. Fisiografía de Baja California.**

### **Características litológicas de la ZE**

La ZE se localiza dentro de la zona de cizallamiento del Sur de California (Southern California Shear Zone), que constituye una región tectónicamente activa entre las placas de Norte América y del Pacífico, clasificada como una costa de colisión continental.<sup>2</sup>

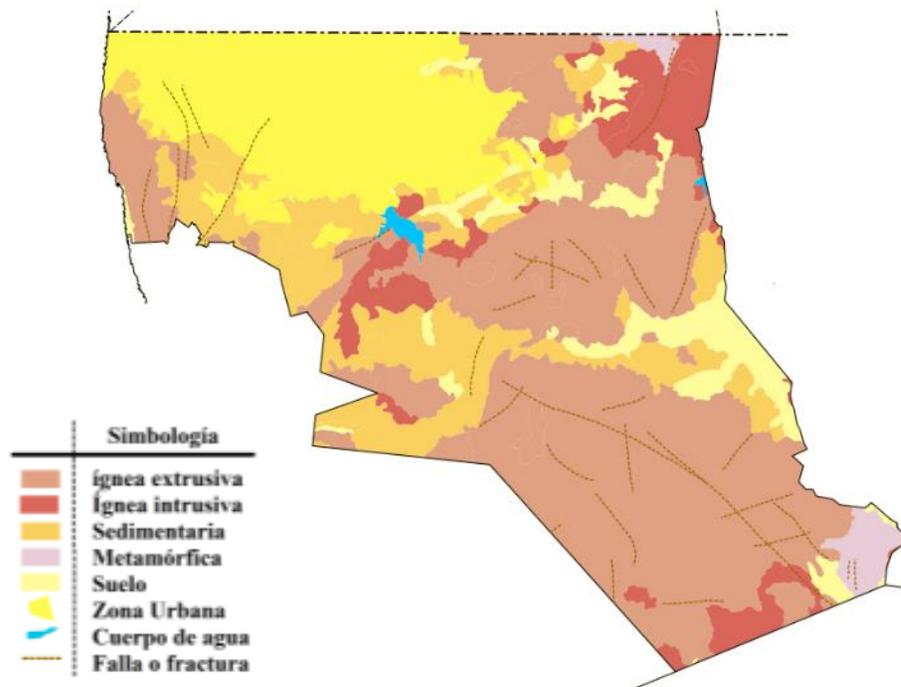
En esta costa se localiza la provincia geológica del Borde Continental donde se encuentran las formaciones San Diego, Rosarito Beach, Rosario, y Alisitos; caracterizada en la porción norte por terrazas desarrolladas en conglomerados y areniscas del antiguo delta del río Tijuana. Hacia el sur se tienen pendientes entre las mesetas y las terrazas bajas de Playas de Rosarito, continuando con una serie de cantiles de basalto a lo largo de la línea de costa del Plioceno (3 M.A.) con presencia de cañones de gran pendiente, hasta llegar a una terraza angosta del Pleistoceno tardío (1.5 M.A.).

En el área comprendida entre Tijuana y Playas de Rosarito dominan afloramientos de la formación Rosarito Beach, la cual es una sucesión de flujos de basaltos, rocas piroclásticas y sedimentos clásticos,

<sup>2</sup> Inman y Nordstrom, 1971

que datan del Mioceno (11.2 M.A.). Esta sucesión se encuentra por arriba de areniscas del Eoceno y debajo areniscas del Plioceno, conglomerados de la formación San Diego y rocas del Pleistoceno.

La estratigrafía del área consiste de rocas que datan desde el Jurásico (152 M.A.) hasta rocas recientes. Las rocas del Prebatolítico Jurásico hasta las rocas del Cretácico (65 M.A.) meta volcánico, se encuentran por debajo a gran profundidad. Las rocas del Eoceno (40 M.A.) están expuestas en la parte norte del área. La unidad dominante son las rocas volcánicas del Mioceno y Plioceno y rocas sedimentarias de la formación Rosarito Beach. Estas rocas presentan desde areniscas fosilíferas marinas, conglomerados y limos hasta areniscas, arcillas, tobas y basaltos; los cuales son básicamente no marinos, exceptuando en la base de la sección donde se encuentran fósiles marinos en areniscas y conglomerados.<sup>3</sup>



**Figura IV. 6, Geología del área de estudio**

La litología está descrita en la carta geológica de Anexo D, y está compuesta por rocas del cretácico, del terciario y del cuaternario, tanto ígneas extrusivas e intrusivas como rocas sedimentarias; en su mayoría areniscas y suelos recientes. Las rocas sedimentarias predominan en la zona, aunque la presencia de rocas ígneas es alta. La zona de Playas de Rosarito está caracterizada por suelo litoral del cuaternario. Las zonas adyacentes al norte y al sur presentan rocas ígneas y sedimentarias<sup>4</sup>

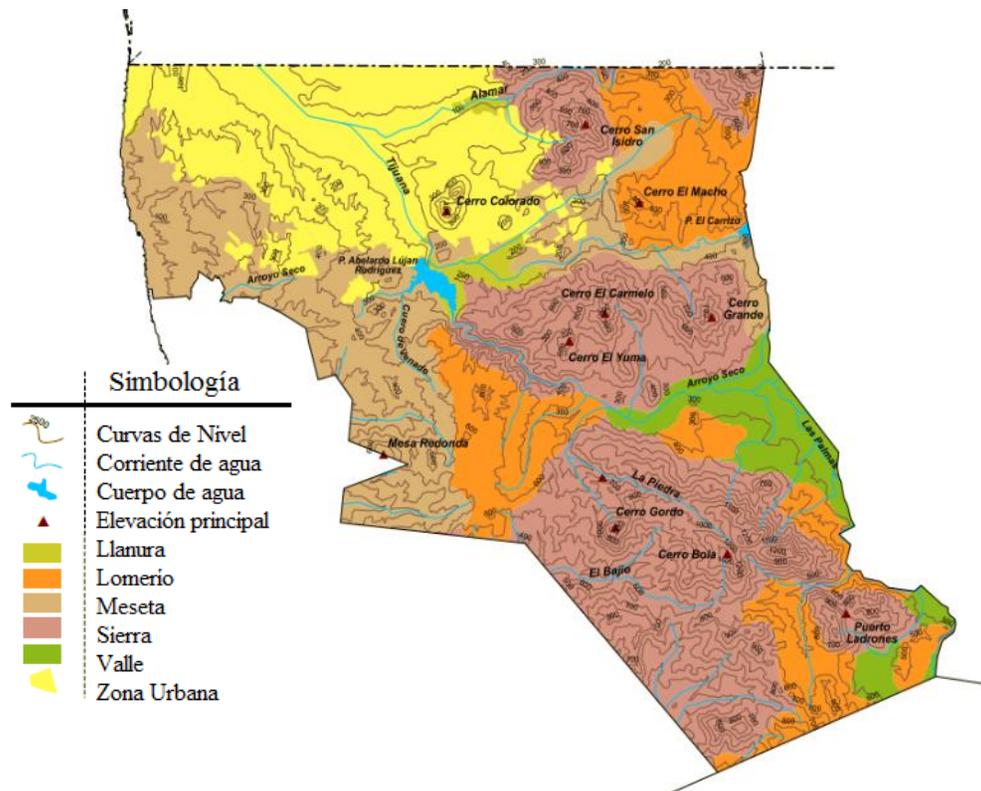
En la geomorfología de la región el rasgo costero predominante son los cantiles bajos con playa y los deltas de arroyos en la zona de cantiles. El rasgo terrestre son las terrazas estratificadas con poco relieve en las tierras bajas y valles de arroyos. El material sedimentario de estas terrazas se deposita dentro de Rosarito.

<sup>3</sup> INEGI,1982

<sup>4</sup> INEGI,1982

### Características del relieve

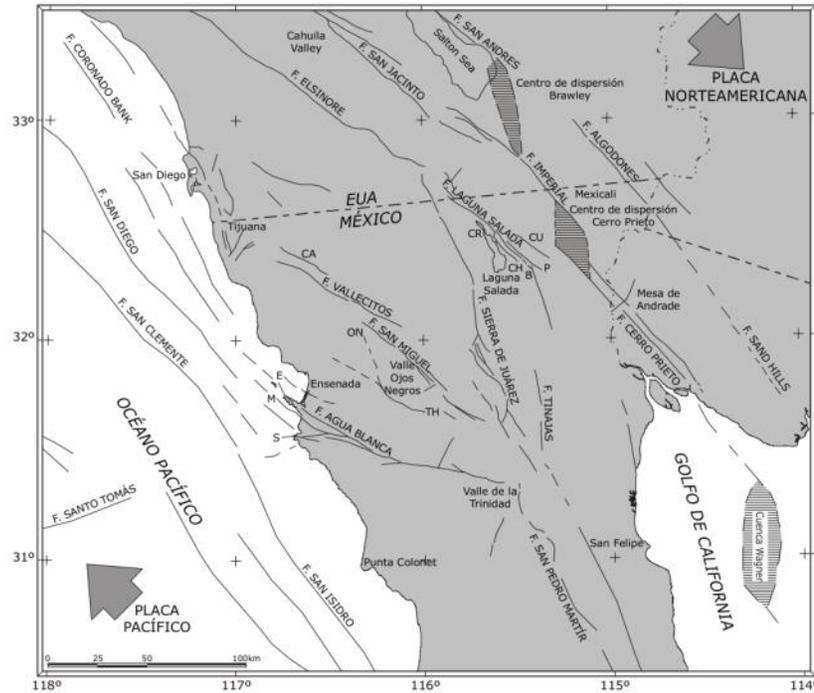
La ciudad de Tijuana está enclavada entre cerros, cañones, barrancas y arroyos. La parte central de la ciudad se encuentra en un valle por el cual fluye el cauce canalizado del Río Tijuana, al norte de la ciudad se encuentra la Mesa de Otay, una meseta casi plana de unos 160 metros de altitud, al sur amplias lomas y cerros dominan el paisaje, todos habitados y llenos de asentamientos irregulares. Entre los cañones discurren pequeños arroyos que están casi desaparecidos debido a los asentamientos irregulares, lo que hace que todos estos lugares estén expuestos a deslaves en épocas de lluvias o por la acción de los temblores que ocasionalmente se sienten en la ciudad. El tan variado relieve en un territorio tan pequeño hace que las alturas en la ciudad varíen desde los 0 m.s.n.m. en playas de Tijuana hasta los 552 m.s.n.m. La mayor elevación es el Cerro Colorado en el este de la ciudad a 552 m.s.n.m.



**Figura IV. 7, Curvas de nivel de la zona de estudio**

### Presencia de fallas y fracturamientos

El principal sistema de fallas de la ZE es esencialmente de tendencia Norte a Sur. Estas fallas normales corren paralelas a la línea de costa y en algunos lugares coinciden con la costa. Algunas fallas menores son de Este a Oeste y de Suroeste a Noreste, hacia el continente. En particular el grupo de fallas normales e inversas conocido como Coronado, corre paralelo a la línea de costa a 13 Km de distancia y está asociado a su vez al grupo de fallas de Agua Blanca, el cual corre desde Ensenada. (Figura IV. 8).



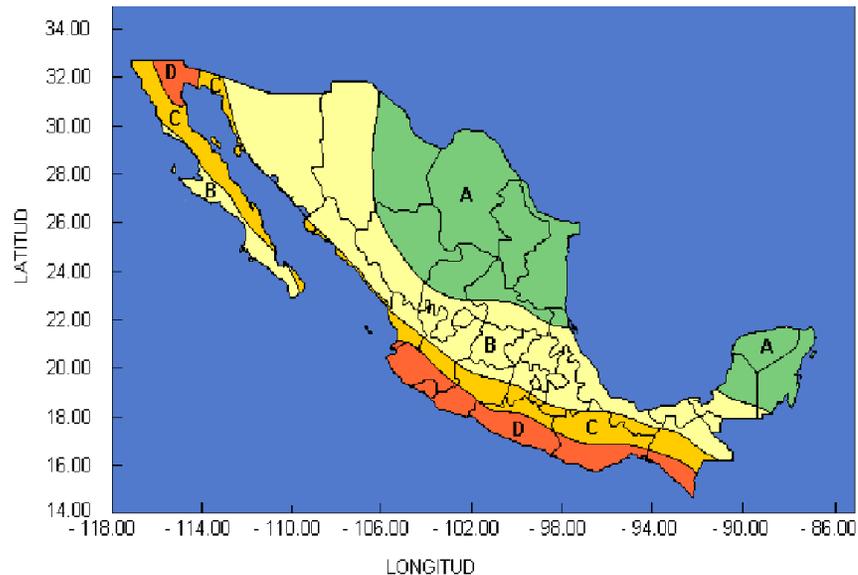
**Figura IV. 8, Principales fallas geológicas en la ZE**

### Sismicidad

La porción norte de Baja California actualmente presenta evidencias de tectónica extensional y desplazamientos de fallas laterales relacionadas con el límite de las placas tectónicas Pacíficas y de Norteamérica. Algunas de las estructuras activas son relativamente recientes; en contraste otras tienen una historia de desplazamientos que se remonta al Mioceno. Algunas de las principales características estructurales están bien expuestas, por ejemplo, el escarpe del Golfo y sus variaciones estructurales a lo largo de la dirección del rumbo, variaciones E-W en los estilos de deformación.

Considerando la historia de deformaciones y tectónica activa, la parte norte de la península de Baja California, que incluye la Subprovincia morfotectónica de Sierras Peninsulares, puede dividirse en tres dominios estructurales: I) la provincia extensional del golfo de California, ubicada en la región oriental, II) la provincia transpeninsular con fallas de rumbo (abarca la parte norte de la península) y III) la porción central estable de la península. La provincia transpeninsular con fallas de desplazamiento lateral, contiene fallas dextrales aproximadamente paralelas y en ocasiones formando parte del sistema de fallas de desplazamiento lateral relacionado con el límite entre placas, las fallas Elsinore, San Jacinto, San Miguel. La falla de Agua Blanca con rumbo WNW se considera el límite entre la provincia con fallas de rumbo y el bloque peninsular estable en la porción sur. Las fallas de Agua Blanca y la San Miguel se aproximan una a otra en la zona de coexistencia de las tres provincias.

Según la división de zonas sísmicas de la República Mexicana, la ZE, se encuentra en la zona “C” (Figura IV. 9), considerada como zona intermedia, con sismos poco frecuentes, afectada por aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.



**Figura IV. 9, Zonas sísmicas de la República Mexicana**

En la Tabla IV. 6, se muestra el registro histórico de los sismos de magnitud mayor a 6° en la escala de Richter, para la región comprendida entre los 30° a 34° de latitud norte y 113° a 118° de longitud oeste, que aparecen en el catálogo “Cien años de sismicidad en México” (SSN, 2004) y en CFE (1999). La distribución espacial de ésta información se muestra en la Figura IV. 10.

**Tabla IV. 6, Sismos mayores a 6° Richter con epicentro cerca de la ZE**

Año	Latitud	Longitud	Magnitud	Fuente
1915	32,000	-115,000	7,0	SSN
1934	32,000	-114,750	7,1	SSN
1940	32,700	-115,500	7,1	SSN
1987	33,083	-115,983	6,5	SSN
1915	319,735	-115,036	7,1	CFE
1918	337,398	-116,986	6,6	CFE
1923	339,861	-117,212	5,2	CFE
1932	333,998	-116,250	6	CFE
1934	322,324	-115,529	6,3	CFE
1938	332,724	-116,187	6,4	CFE
1939	319,735	-115,233	6,1	CFE
1939	300,335	-114,011	6	CFE
1940	316,461	-115,107	6	CFE
1940	339,261	-116,383	6,3	CFE
1940	327,124	-115,538	6,5	CFE
1941	310,135	-114,011	6	CFE
1994	331,661	-116,132	6,2	CFE
1996	309,998	-115,013	6	CFE
1996	314,861	-115,515	6,4	CFE
2010	32.54	-115.36	7,2	SNN

Del análisis histórico de sismos en el periodo de 1910 a 1999, se encuentran 6 sismos de mayor importancia y son: La Victoria (Ms=6,4) del 9 de junio de 1980, Valle Imperial (Ms=6,9) del 15 de octubre de 1979, Golfo de California (Ms=6,3) del 7 de agosto de 1966, El Cerro (Ms=7,1) del 18 de mayo de 1940, San Miguel (Ms=6,8) que ocurrió en 1956 y el más fuerte que se presentó en el valle de Mexicali (Ms=7,2) el 04 de abril del 2010.

Según Suárez-Vidal et al. (1991), la actividad sísmo – tectónica en el norte de Baja California ocurre en tres regiones. La primera se localiza en el valle de Mexicali – Imperial, y comprende las fallas Imperial, Cerro Prieto, Cucapá y Laguna Salada; la segunda se relaciona al escarpe del golfo e involucra las fallas San Pedro Mártir, San Felipe y las estructuras asociadas al escarpe de la Sierra Juárez; la tercera comprenden fallas que cruzan las sierras peninsulares como Agua Blanca y San Miguel-Vallecitos.

Por otra parte la ZE se localiza dentro de la Zona de Cizallamiento del sur de California, que constituye una región tectónicamente activa entre las placas de Norteamérica y Pacífico, y cuya interacción ha dado origen al sistema de fallas San Andrés, que representa el mayor riesgo sísmico en la región peninsular.

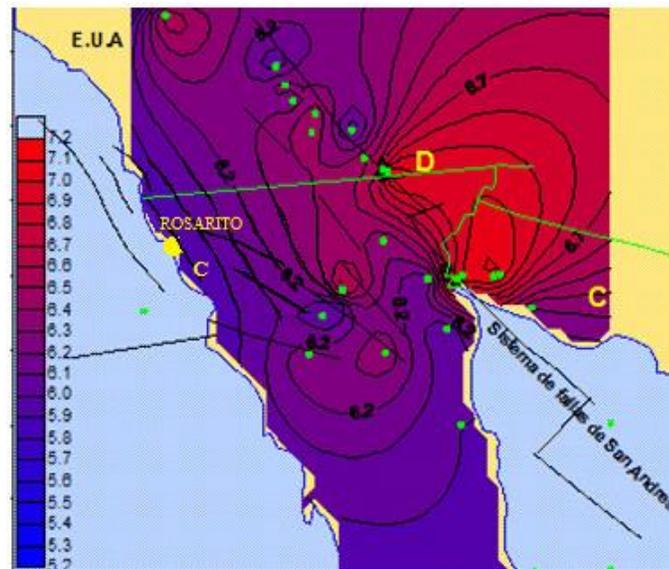
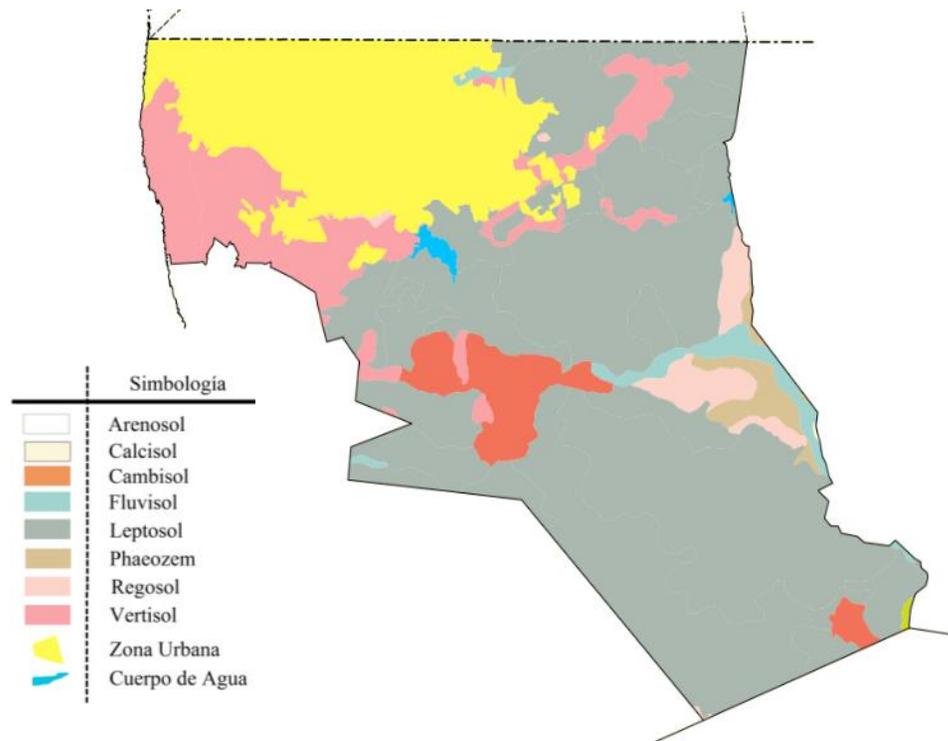


Figura IV. 10 , Distribución Geográfica de los sismos mayores a 6° Richter.

### Suelos

De acuerdo con la información obtenida en dentro de la ZE del Proyecto son dominantes los suelos de textura fina (Vertisoles crómicos), limitados por roca (fase lítica). Tal asociación está representada en la gran unidad que abarca la unidad montañosa de mayor extensión de la UGA, como se puede observar en la carta edafológica (Anexo D). Por otra parte, en la parte sur del área de estudio se encuentra una gran meseta basáltica en la que se ubica el Fraccionamiento Corona Baja. En su parte alta los Vertisoles se asocian a suelos muy delgados de poco desarrollo (Litosoles), en tanto que en su ladera son dominantes los Litosoles, asociados a Feozem háplicos y Regosoles éutricos de textura media.

En los arroyos se encuentran suelos formados por la depositación de material acarreado por el agua (Fluvisoles calcáricos), de textura gruesa. El fondo de la Cañada Rosarito tiene este tipo de suelo, en asociación con Feozem háplicos.



**Figura IV. 11, Tipo de suelo en la ZE.**

#### **Características fisicoquímicas**

Las características químicas de los suelos de la entidad arrojan un potencial hidrógeno, pH, ligeramente ácido (6.7 en los Regosoles) como consecuencia de la fase lítica que le dio existencia, hasta un pH alcalino de 8.2 en el caso de los suelos Vertisoles, traduciendo su saturación en calcio intercambiable.

Las características bioquímicas de los suelos, aproximadas a través de la tasa de materia orgánica, muestran un nivel bajo, característico de la débil incorporación del material orgánico en la conformación edafológica. Esto se debe a dos factores: la baja productividad de la biomasa y su reducida contribución al ciclo húmico; y las altas temperaturas, que favorece la mineralización en detrimento del proceso trófico de humificación.

#### **Vulnerabilidad a la erosión**

El tipo de erosión dominante en la región es la hídrica, en la que la vulnerabilidad de los suelos está estrechamente relacionada con la pendiente y el tamaño de las partículas. En este sentido, los cañones, las mesetas basálticas y las cañadas con lomeríos, los cuales constituyen una buena parte del área de estudio, son geformas vulnerables.

## **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA**

Baja California posee escasos recursos hídricos, y la representación de sistemas acuáticos continentales, tanto lacustres (lagos) como potamológicos (ríos, arroyos, manantiales, etc.) es limitada; a lo anterior se suma una baja precipitación pluvial, ya que solo en una pequeña porción del territorio estatal ocurren lluvias que en condiciones normales varían de 200 a 300 mm al año, mientras en el resto del Estado las precipitaciones disminuyen significativamente, hasta registrar 50 mm al año.

Así, el volumen de agua disponible para la entidad es de 3,250 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>) anuales, distribuido en las corrientes epicontinentales (ríos y arroyos) y subterráneas que drenan el territorio estatal. De este volumen, 2,950 Mm<sup>3</sup> se concentran en el Valle de Mexicali, de los que 1,850 Mm<sup>3</sup> provienen de aguas superficiales y 1,100 Mm<sup>3</sup> de aguas subterráneas; los 300 Mm<sup>3</sup> restantes provienen de los recursos acuíferos subterráneos localizados en el resto del Estado y de los almacenamientos existentes en las presas

### **Hidrología superficial**

La ZE se localiza en la Región Hidrológica 01 (Baja California Noroeste), y se conforma a su vez a la cuenca "C" (Río Tijuana – Arroyo de Maneadero). Esta cuenca se compone a su vez por las subcuencas del arroyo de Maneadero (1Ca), Ensenada (1Cb), río Guadalupe (1Cc), arroyo El Descanso (1Cd), río Las Palmas (1Ce) y río Tijuana (1Cf). La ZE se localiza en la Subcuenca 1Cf.

Existen dos tipos de patrones de drenaje, el primero es predominantemente dendrítico en forma de hoja o arborescente, es uno de los drenajes más comunes. La textura de los sedimentos en este patrón es fina en las partes topográficamente altas a gruesa en las partes topográficamente bajas como resultado de la erosión de las rocas; el segundo es dendrítico angular ya que fluye a través de diaclasas y fallas presentes en rocas volcánicas.

La precipitación pluvial presente en el área es menor a 300 mm anuales, la permeabilidad del suelo es alta, lo que permite su rápida infiltración, restringiendo la zona a coeficiente de escurrimiento clasificado de 0 a 5%, lo que representa la cantidad de precipitación pluvial que escurre superficialmente.

La única corriente semipermanente cercana e importante es el Río Tijuana, su origen es el Arroyo Agua Hechicera que nace en la Sierra de Juárez, cerca del Cerro de La Muela; tiene dirección hacia el oeste y a partir del Rancho La Tortuga cambia de nombre a Arroyo Las Calabazas, a la altura del poblado Héroes del Desierto, recibe por la margen derecha la aportación de otro afluente llamado Arroyo La Ciénega.

La unión de estos dos cauces origina el Río Las Palmas, el cual a la altura del poblado del mismo nombre, recibe la aportación de otro afluente llamado Arroyo Seco, continuando hasta llegar a la Presa Abelardo L. Rodríguez. Esta tiene una capacidad de 137 millones de metros cúbicos, de los cuales corresponden a azolve 2 millones de metros cúbicos, actualmente el uso que se le da, es para abastecimiento de agua potable. El acueducto en su kilómetro 19+000 pasara por el vaso de inundación de la presa Abelardo L. Rodríguez.

### **Hidrología subterránea**

En la entidad no existen escurrimientos superficiales permanentes, lo cual repercute en las recargas que reciben los acuíferos. La red hidrográfica de Baja California es, en realidad, muy reducida, la evaporación elevada y las condiciones geológicas son adversas, pues la mayoría de las unidades de roca permiten que el agua escurra debido a las elevadas pendientes, y sólo una mínima parte de éstos se infiltra a los acuíferos, por lo tanto, se distribuyen en áreas relativamente pequeñas, a excepción del

acuífero del Valle de Mexicali, uno de los distritos de riego más importantes del país, el distrito de riego Río Colorado que presenta en algunos sitios problemas de sobreexplotación.

De acuerdo a las condiciones geohidrológicas del Estado, todo el territorio se considera como zona de veda, por lo que en estos no se permiten nuevas explotaciones. En los acuíferos en equilibrio se permiten sólo los usos prioritarios, como el abastecimiento para áreas urbanas, y se prohíben para actividades que consumen grandes volúmenes de agua, como la agricultura.

En la ZE se encontraron tres unidades geohidrológicas que de acuerdo a sus características físicas son clasificados como: materiales consolidados con posibilidades bajas, materiales no consolidados con posibilidades altas y materiales no consolidados con posibilidades bajas.

#### **Material consolidado con posibilidades bajas**

Unidad geohidrológica conformada en su mayoría por rocas plutónicas (granitos, tonalitas, granodioritas pertenecientes al complejo cristalino peninsular) cuya expresión geomorfológica son elevaciones montañosas, rocas volcánicas (riolitas, andesitas y basaltos) expresadas en mesetas y metamórficas formando lomeríos y cerros. El suelo generalmente es arenoso, mal compactado y muy permeable, de tal forma que en temporada de lluvias, este funciona como zona de almacenamiento de agua, la cual se explota mediante norias, y ocasionalmente por pozos. La calidad de agua que predomina es de tolerable a dulce.

#### **Material no consolidado con posibilidades altas**

Esta unidad se localiza en laderas de pendientes bajas. En la ZE, esta se originó debido a fenómenos tectónicos, principalmente fallamientos normales, que dieron lugar a depresiones en las cuales se acumularon sedimentos de relleno (abanicos aluviales), formándose acuíferos de tipo libre. Estos presentan agua de calidad tolerable con variaciones de dulce a salada; el nivel estático en época de lluvias se detecta a escasos centímetros de profundidad.

La dirección del flujo de agua subterránea, presenta una tendencia hacia la línea de costa, adaptando su circulación a las depresiones topográficas y al control estructural.

#### **Material no consolidado con posibilidades bajas**

Esta unidad se encuentra como parte de los valles fluviales conformados por conglomerados del Terciario Inferior. Se caracterizan por estar formados por fragmentos de roca angulosos y redondeados en una matriz areno-arcillosa con regular compactación, permitiendo exclusivamente la transmisibilidad de agua.

## IV.2.2 Aspectos bióticos

### MEDIO TERRESTRE

#### FLORA TERRESTRE

##### Región florística o fitogeográfica

De acuerdo con Wiggins (1980) y Daniel (1997), la ZE se ubica en la provincia florística Californiana (Figura IV. 12), la cual según el esquema fitogeográfico propuesto por Takhtajan (1986) forma parte de la Región Madro (que caracteriza el Norte de México), y abarca principalmente el estado de California en el Suroeste de Estados Unidos, y se extiende hacia algunas zonas adyacentes como la porción Sur de Oregón y la parte Noroeste del estado mexicano de Baja California. En este último, la región Californiana comprende las Sierras de San Pedro Mártir y Juárez, así como las zonas bajas adyacentes del lado del Océano Pacífico

Rzedowski Menciona que la Región o Provincia Californiana es una de las más importantes a escala mundial, en cuanto a diversidad vegetal se refiere, por presentar alrededor de 48% de endemismo específico, en relación con su área relativamente reducida (337,000 km<sup>2</sup>).

La Región Californiana se caracteriza por la presencia dominante de elementos florísticos de origen boreal (climas templados y fríos), aunque se reconoce un fuerte ingreso de elementos sureños de origen neotropical de climas cálidos (Munz 1968). La flora de esta región incluye alrededor de 60 géneros endémicos y consiste principalmente del tipo de vegetación denominado chaparral californiano con elementos dominantes como *Adenostoma sp.*, *Salvia sp.*, *Rhus sp.*, *Ceanothus sp.*, *Quercus sp.*, *Artemisia sp.* y *Pinus sp.* El clima es del tipo mediterráneo con variaciones de húmedo a semiseco y de frío a semicálido (Rzedowski 1978).

En el caso particular de la ZE, el tipo de vegetación que aún se puede observar son indicios de un tipo de matorral desértico denominado matorral costero. De acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978), esta asociación vegetal se le puede definir como matorrales xerófilo, por su fisonomía arbustiva y el clima seco o semiseco en el que habita. Así mismo, dentro de la ZE se pueden encontrar de manera muy dispersa otras comunidades vegetales cuya distribución es restringida como la vegetación riparia propia de las cañadas presentes en la zona (Rio alamar).

##### Asociaciones vegetales

###### Matorral costero

El Matorral costero se considera como una vegetación pionera-tipo. El nombre de matorral costero deriva de su distribución costera, siendo más común en bajas elevaciones, por debajo del Chaparral aunque en algunas áreas ocurre en altas elevaciones en afloraciones de poca profundidad o con suelos de textura fina, o en sitios con excesiva alteración (Delgadillo, 1997)

El matorral costero consiste en extensiones continuas de subarbustos aromáticos deciduos en sequía de 0.5 a 1.5 m de altura, es más vulnerable al desplazamiento por urbanización que el resto de los demás ecosistemas. La controversia entre desarrollo y conservación se ha enfocado al colocar en la lista de especies amenazadas a *Polioptila melanura californica*. El matorral costero es abundante en la base de las lomas y partes bajas de las montañas debajo de los 1,000 m incluyendo las cadenas cercanas a la costa entre Tijuana y Sur de Ensenada hasta el Rosario (Delgadillo 1997).

La amenaza más grande al matorral costero y al matorral desértico costero es la limpia para campos de cultivo (Delgadillo 1997)

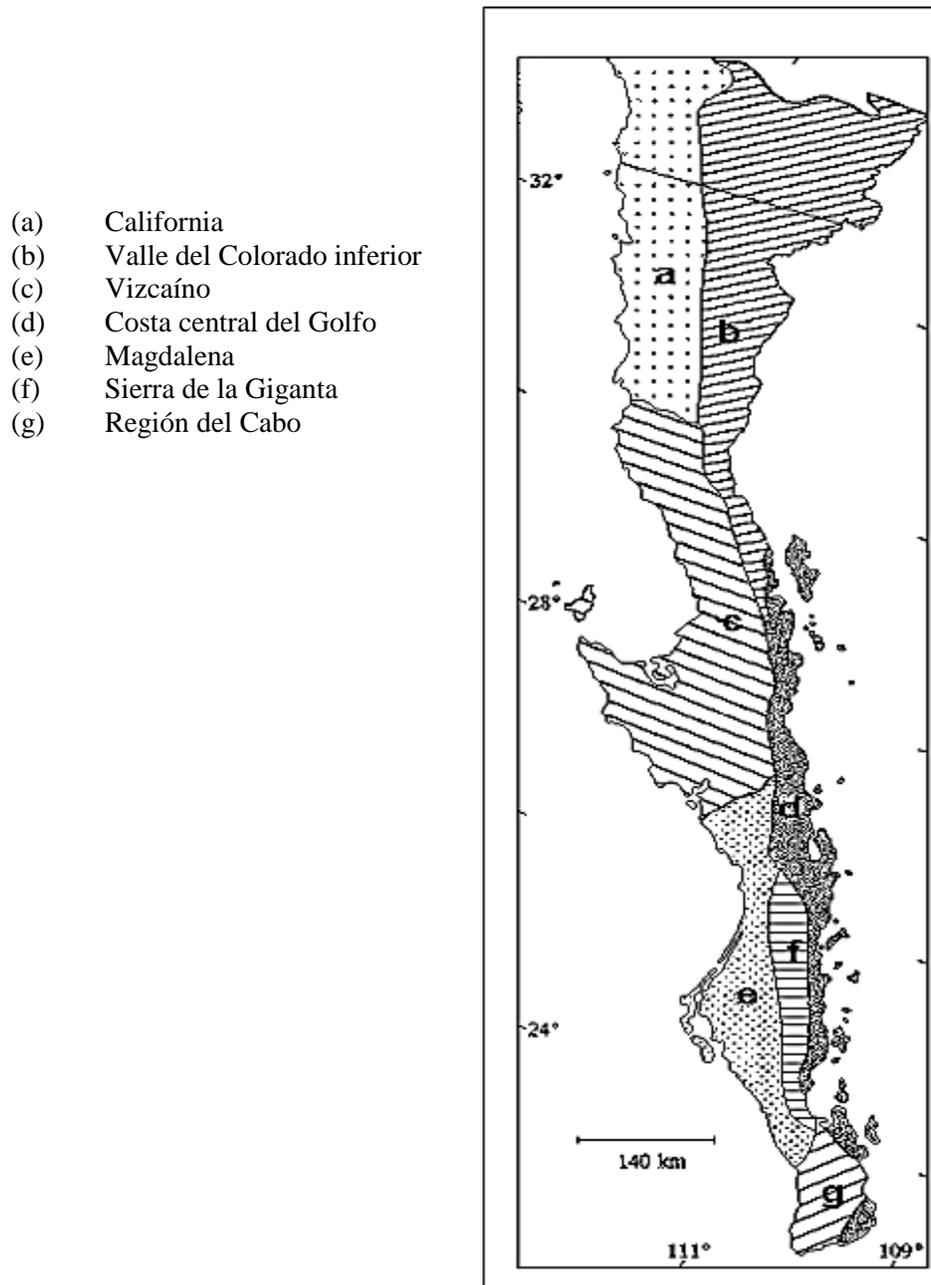


Figura IV. 12, Regionalización fitogeográfica de la Península de Baja California

En México, el matorral costero se extiende a lo largo de la costa noroccidental de la Península de Baja California desde la línea internacional hasta aproximadamente el paralelo 30° (El Rosario), aunque no de forma continua, considerándose este tipo de comunidad como una transición entre la vegetación desértica y el chaparral. En 1978 Axelrod señaló que este tipo de vegetación está desapareciendo rápidamente bajo la presión de la urbanización.

Del condado de San Diego Cal, en EUA, hacia el sur en B.C., el matorral costero domina dos principales tipos de terrenos: terrazas costeras y empinadas laderas talladas (grabadas) dentro de basamentos de roca granítico – metamórficas; las terrazas costeras, compuestas de conglomerados gruesos o arenosos, están compuestas de un sustrato muy seco para el sustrato herbáceo ( Delgadillo 1997).

De manera general el matorral costero de Baja California, se presenta en terrenos cercanos y en la línea de costa, sin embargo, esta distribución no es uniforme, ya que en algunas ocasiones este tipo de vegetación llega a penetrar hasta 30Km tierra adentro, ocupando grandes extensiones principalmente en laderas cercanas a la sierra de San Pedro Mártir a una altitud de 500m, esta penetración se da sobre todo en aquellas zonas donde la topografía permite la entrada de aire marítimo del Pacífico (Delgadillo1997).

En cuanto a las formas biológicas de las plantas de esta comunidad se mantiene como característica importante, un crecimiento compacto, como resultado de la influencia de los fuertes vientos marinos, reduciendo el tamaño de sus órganos.

Las formas biológicas del matorral costero, son de tipo semisuculento (*Euphorbia misera*) y suculentas a manera de rosetas (*Agave shawii*) y *Dudleya sp*) siendo además característica la presencia de suculentas de la familia *cactaceae* en todo el matorral costero de BC, que incrementa su abundancia hacia el sur de la península ejemplos de algunas especies son *Opuntia litoralis*, *O. californica var. californica*, *O. cholla* *Ferocactus viridescens*, *Bergerocactus emoryi* y *Mammillaria dioica*. Cabe señalar que las cactáceas y las crasuláceas son importantes componentes cerca de las costas y hacia los límites al sur. En cuanto al estrato herbáceo este tipo de vegetación está representado por muy diversas familias, manifestándose principalmente como anuales durante los periodos de lluvia, además de preferir zonas desnudas por alteración o después de un fuego.

### **Composición Florística**

El matorral costero de Baja California y California se manifiesta, por tener representados varios tipos de asociaciones; Alexrod (1978) (citado por Delgadillo, 1997), establece una denominación geográfica (regional) llamándolos de nombre semejante al área donde se encuentran porque cada una tiene varias comunidades que difieren en composición, exposición y otros factores como relaciones sucesionales, clima local.

Lo que a lo largo de su distribución desde la frontera hasta El Rosario, vamos a encontrar que este tipo de vegetación se manifiesta y diferencia en varias asociaciones de acuerdo con los taxa que las componen, por lo que Delgadillo (1997) clasifico el matorral costero de tipo suculento en BC de acuerdo con la especie dominante a manera de series: Serie Agave, Serie *Simmondsia* Serie *Ambrosia* Serie *Stenocereus*

Este autor reconoce que aunque estas especies se presentan de manera más notoria en algunas zonas que en otras, la dominancia de uno de estos géneros y sus especies es relativa. De igual forma señala que la presencia de uno de estos taxa como especie dominante, no implica necesariamente que en cada serie no se presenten algunas asociaciones con las restantes tres especies.

Para el caso que nos ocupa la serie que corresponde es el Matorral costero serie Agave, mientras que *Agave shawii* se manifiesta como dominante, también se encuentra acompañada de *Simmondsia chinensis*, *Erigonum fasciculatum*, *Euphorbia misera*, *Artemisa californica*. (Delgadillo 1997)

### **Vegetación Riparia**

Towe (1964) presenta la definición más sucinta y ampliamente aceptada de las comunidades riparias al establecer que esta se presenta en el área adyacente al canal de agua y/o en las zonas de inundación y se caracterizan por especies y/o formas de vida diferentes a los del climax no riparios que la rodean.

Los ambientes riparios están protegidos de fuertes vientos y de los veranos extremos. Las inundaciones causan destrucción de la vegetación y crean nuevos sitios para el establecimiento y regeneración de nuevas especies.

Dentro de los taxa más comunes para los ambientes riparios se pueden mencionar *salix sp.*, *Fraxinus sp.*, *tamarix sp.*

### **Vegetación ruderal**

Por lo que se refiere a la vegetación ruderal, ésta se puede encontrar en terrenos baldíos en la ciudad de Tijuana. Este tipo de vegetación es la única que prevalece en las inmediaciones de la ZE, así como en campos agrícolas abandonados en los alrededores de la ciudad. Dentro de los taxa más comunes, se pueden mencionar diversas especies de pastos como: *Avena fatua*, *Bromus carinatus*, *B. rubens*, *Hordeum vulgare*, *Setaria adhaerens*, etc. y malezas como *Amaranthus albus*, *Malva parviflora*, *Medicago hispida*, *Chenopodium murale*, *Brassica nigra* y *Íaphanus sativus*, entre muchos otros.

### **Especies bajo régimen de protección legal**

En la ZE no se encontró especie alguna de las enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Los criterios de endemismo que se consideraron en el presente trabajo, se tomaron de acuerdo con Wiggins (1980) y se refieren a la distribución de los taxa restringidos al estado de Baja California. En cuanto a los taxa que se incluyen en la NOM-059-ECOL-1994, bajo alguna de sus categorías, se presentan las siguientes especies de matorral costero:

- *Ferocactus viridescens*, considerada como Amenazada.
- *Opuntia rosarica*, ambas designadas bajo la categoría de Rara;

### **Estado actual de la vegetación.**

El grado de disturbio que presenta la cubierta vegetal dentro de la ZE es sumamente drástico debido a sus características y la ubicación del trazo. Debido a que el trazo seguirá paralelo las líneas del gasoducto y las líneas eléctricas de CFE la vegetación de es mayormente ruderal. El uso de suelo de los alrededores habitacional, por lo que se puede decir que la ZE se encuentra desnaturalizada.

## **FAUNA TERRESTRE**

Debido a que la flora natural en el área de interés ha sido modificada considerablemente, la fauna terrestre natural que se presenta en la misma área, está constituida de especies oportunistas y carroñeras.

### **Regiones Zoogeográficas.**

De acuerdo a Nelson (1921), la Península de Baja California se divide en 5 distritos faunístico (Figura IV. 13), cuatro de los cuales se presentan en el estado de Baja California. La ZE en particular, se localiza en el denominado Distrito San Dieguense, el cual ocupa la porción Noroeste de Baja California. Este distrito representa una extensión del Sur de California. Abarca desde el nivel del mar hasta los 1,200 msnm, donde colinda con la vertiente Oeste de la Sierra de Juárez, y hasta los 1,400 msnm donde colinda con la Sierra de San Pedro Mártir. Continúa hacia el Sur hasta el arroyo El Rosario.



**Figura IV. 13, Distritos faunísticos del estado de Baja California**

Algunas especies características del Distrito san Dieguense son: *Phrinosoma coronatum* (camaleón), *Pituophis melanoleucus*, *Lophortix californica* (codorniz de California), *L. gambeliin* (codorniz de Gambel), *Zenaida asiática* (paloma de alas blancas), *Z. macroura* (hUILota), *Canis latrans* (coyote), *Dipodomys gravipes* y *D. merreani*.

### **Fauna presentes en la ZE.**

Debido a que la ZE se localiza dentro de la mancha urbana de la ciudad de Tijuana la fauna se limita drásticamente a la fauna domestica (perros, gatos) y fauna nociva (ratas, ratones).

### IV.2.3 Paisaje

#### Introducción y Método

Para su análisis el paisaje debe considerarse como un sistema, integrando todos sus elementos: fauna, flora, suelo, actividades humanas, historia, etc., pero también las relaciones entre estos elementos. Así el análisis del paisaje implica analizar la vinculación entre estos elementos, con objeto de proponer un diagnóstico del estado actual, y las tendencias existentes. Este análisis requiere del conocimiento de la historia del lugar.

La síntesis del análisis paisajístico es el ámbito de acción de la ecología del paisaje, que hace intervenir disciplinas muy distintas como la geografía, la botánica, la zoología, la ecología o la sociología.

El análisis del paisaje es inevitablemente subjetivo, puesto que de un observador a otro la reflexión necesariamente será influida por los gustos personales, su edad, su experiencia, su oficio, su interés por la adaptación o por la conservación de los medios naturales, etc., conviene entonces estar atento a esta subjetividad durante el análisis y al analizar los resultados del mismo.

El análisis del paisaje, comprende de un enfoque sensible directamente relacionado con la experiencia que produce el paisaje frente al cual se encuentra el observador, es decir, hace intervenir los sentidos más que el razonamiento. Es un reflejo natural, un automatismo. La impresión general que produce el paisaje que se descubre va a parecernos: bonito, tranquilo y descansado, feo, o monótono, etc.

Otro aspecto a considerar al analizar el paisaje, es que es específico al espacio, es decir, las impresiones y la estructura del paisaje son diferentes según el lugar donde se sitúa el observador. Esto implica la necesidad de multiplicar los lugares de observación. De la misma forma, es esencial tomar en cuenta que el análisis está sujeto al dinamismo del paisaje respecto a horarios y días de la semana. La posición del sol, la intensidad de las actividades que se incluyen al paisaje también influyen en la experiencia del observador.

Para reducir el grado de subjetividad en la caracterización del paisaje, el mecanismo que fue empleado consistió en definir un esquema de valoración basado en un conjunto de adjetivos cualitativos agrupados en 7 enfoques o experiencias producidas por el paisaje. Los adjetivos para cada enfoque se agruparon en 4 niveles de calificación o valores de 0 a 3.

Los 6 enfoques en conjunto proveen de una valoración integral de esta característica del medio. En su concepción inicial, se partió de tres enfoques cualitativos que como a continuación se expresa, estos se convirtieron en 7 enfoques. Los tres enfoques básicos son:

- Sensación de **Armonía o fragilidad** que produce la visión del paisaje en el espectador. También asociado con ritmo, proporción, afinidad, estabilidad, y belleza. Analizado desde la coherencia y el equilibrio de los componentes del paisaje. Los valores adjetivales asignados son los correspondientes a los rangos 1 y 2 de la Tabla IV. 7
- Sensación de **Salud o confianza** que produce la visión del paisaje en el espectador. Asociado también con la experiencia de fuerza, vigor, resistencia, crecimiento, cordialidad, seguridad. Analizado desde el grado de limpieza, dignidad mostrada en el cuidado de las propiedades y la aparente amenaza de peligro. Los valores adjetivales asignados provinieron de los siguientes rangos: Los valores adjetivales asignados son los correspondientes a los rangos 3, 4, y 5 de la Tabla IV. 7.
- Experiencia de **Visibilidad o acceso al paisaje** que produce a la visión del espectador. Asociado con bastedad en oposición a enclaustramiento. También con tranquilidad,

relajamiento, contemplación. Es un aspecto de primordial importancia para el paisaje. Analizado desde la amplitud o grado de obstrucción a la visión y el grado de limpieza de la atmósfera por efecto de la influencia de factores constantes como fuentes de polvo, vapor o de smog. Los valores adjetivales son los correspondientes a los rangos 6 y 7 de la Tabla IV. 7

**Tabla IV. 7, Tabla de Valores para la Calificación del Paisaje**

Rango	Valor Asociado a la Experiencia Adjetival			
	0	1	2	3
1	Muy incoherente, estridente, feo, desagradable	Incoherente, sin armonía, sin atractivo, arrítmico	Coherente, interesante, rítmico	Muy coherente, armonioso, bello, acompasado
2	Muy desequilibrado, muy desestabilizado, muy frágil	Desequilibrado, desproporcionado, inestable	Equilibrado, proporcionado, estable	Muy equilibrado, muy proporcionado, muy estable
3	Muy Sucio, enfermo, en decaimiento	Sucio, poco saludable, con pocas posibilidades de crecimiento	Limpio, saludable, en crecimiento	Muy limpio, muy saludable, crecimiento sano
4	Muy indigno, sin fuerza, muy frágil	Indigno, débil, poco resistente	Digno, fuerte, resistente	Muy digno, muy fuerte, vigoroso y resistente
5	Muy peligroso, muy amenazante muy inseguro	Peligroso, amenazante, inseguro	Confiable, cordial, y seguro	Muy confiable, muy cordial, muy seguro
6	Sin visibilidad, enclaustramiento	Poca visibilidad, sin vista de paisaje	Amplia visibilidad, con vista de paisaje	Amplísima visibilidad, experiencia de bastedad, invita a la contemplación
7	Atmósfera muy sucia, intranquilidad, preocupación	Atmósfera sucia, inquietud	Atmósfera limpia, experiencia de tranquilidad	Atmósfera muy limpia, experiencia de mucha tranquilidad, invita al relajamiento

Para realizar la calificación del paisaje, se configuró a un panel de 8 personas de edad diversa (entre 23 y 50 años), que como únicas condiciones para participar en el panel cumplieran con lo siguiente:

1. Que hayan estado expuestos en sus vidas a una variedad de paisajes urbanos y naturales.
2. Que puedan entender sin duda el significado de las palabras usadas en la Tabla IV. 7

Al panel, en forma individual se le expuso a una serie de fotografías de la zona de estudio y se les pidió que para cada fotografía escogieran la expresión que mejor representaba su experiencia al ver la fotografía, para cada uno de los 7 rangos. Los observadores pudieron totalizar sus calificaciones mediante la asignación de valores con 1 decimal.

Los valores fueron promediados por observador para cada rango y posteriormente se determinó el promedio de los 8 observadores para cada rango, eliminando el valor más alto y el más bajo, usando por lo tanto solo 6 calificaciones para el promedio.

### **Resultado de la Caracterización del Paisaje**

Los resultados de la evaluación se presentan en la Tabla IV. 8. En síntesis se concluye que el valor global promedio de la caracterización es **1.4** y que en términos adjetivales, la experiencia que actualmente produce el paisaje en el sitio está puede expresar de la siguiente manera:

*Con poco atractivo, poco estable, con posibilidades de crecimiento, poco digno, poca visibilidad, atmósfera poco contaminada, experiencia de intranquilidad.*

**Tabla IV. 8, Caracterización del Paisaje**

Rango	Resultado	Valor Asignado al Rango
1	1.2	Poco coherente, mínima armonía, mínimo atractivo, arrítmico
2	1.5	Poco equilibrado, ligeramente proporcionado, poco estable
3	1.5	Poco sucio, poco saludable, con posibilidades de crecimiento
4	1.2	Poco digno, débil, poca resistencia
5	1.5	Poco confiable, un poco amenazante, e inseguro
6	1.0	Poca visibilidad, sin vista de paisaje
7	1.5	Atmósfera poco sucia, experiencia de intranquilidad

A continuación se presentan las imágenes que se mostraron para la valoración del paisaje.









#### IV.2.4 Medio socioeconómico

##### **DEMOGRAFÍA**

Esta región fronteriza se identifica como la región de mayor atracción y confluencia de población y actividad económica del país. Su siempre acelerada dinámica económica, resultado de la ubicación estratégica de Baja California adyacente al Estado de California de Estados Unidos de Norteamérica, le asigna esta particularidad y dependencia.

En años recientes, se ha centrado la atención en materia de planeación urbana en la conformación de las zonas metropolitanas. En el caso particular de Baja California, la Zona Metropolitana de Tijuana está integrada por Tijuana-Tecate- Rosarito en su condición regional fronteriza.

##### **Población Municipal Conurbación Tijuana – Playas de Rosarito**

El Censo General de Población y Vivienda del 2010, INEGI, cuantificó una población total de 1,559,683 habitantes en el municipio de Tijuana. Cabe aclarar que esta cifra corresponde solo a la población residente que aunada a la población flotante suma una cifra superior.

De acuerdo a estos datos el Municipio de Tijuana concentra el 49.43% de la población del Estado.

**Tabla IV. 9, Población (habitantes)**

Año	Tijuana
1995	991,592
2000	1,210,820
2005	1,410,687
2010	1,559,683

##### **Distribución de la población por principales grupos de edad y sexo**

De acuerdo a la información censal del Conteo 2010, del total de la población en Tijuana el 49.88% son hombres, 49.40% mujeres, 0.72% no especificado. La estructura de la población de acuerdo a las cifras censales disponibles, muestran que poco más de la tercera parte de los residentes tenían en el año 2000 de 15 a 64 años. Para el 2010 según la población de 15 a 64 años representa el 65.72% de la población que consigna INEGI. Esto significa una población en plena realización de vida, demandante de vivienda, servicios y equipamientos recreativos, culturales de salud, entre otros satisfactores.

**Tabla IV. 10, Distribución de los principales grupos de edad por sexo, 2010**

Grupos de edad	Total	Tijuana	
		Hombres	Mujeres
0 a 14 años	455,181	231,840	224,085
15 a 64 años	1,033,909	519,840	514,069
65 y mas	59,287	27,066	32,281
No especificado	11,306		
Total	1,559,683	777,942	770,435

##### **NATALIDAD Y MORTALIDAD.**

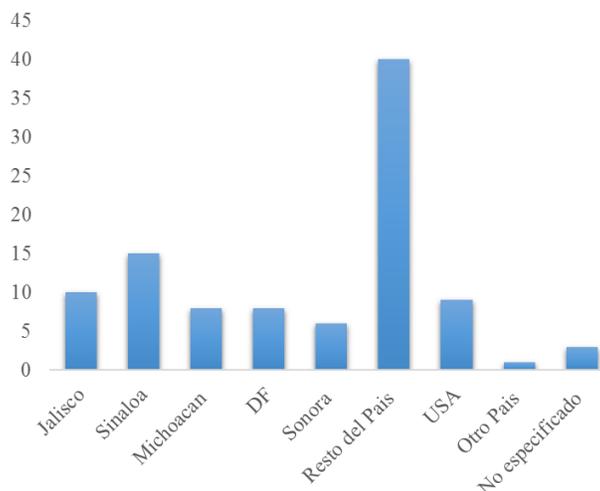
De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el número de nacimientos para la zona de estudio (Tijuana) en el 2011 fue de 35,757 personas de los cuales 18,198 fueron hombres y

17,551 mujeres. En cuanto a mortalidad, para el 2011 se registraron 7130 de los cuales 4377 fueron hombres y 2746 mujeres y en el 2011 se registró una tasa de mortalidad infantil del 2.6%.

### MIGRACIÓN.

Un tópico en la dinámica de población en Baja California lo constituye la migración. El crecimiento acelerado y expansivo de esta zona, no se explica sin la movilidad de población desde distintos puntos del país principalmente del Centro y Sur hacia esta zona metropolitana de Tijuana. El crecimiento social rebasa al natural en mucho y es explicado por muy diversos factores. Aunque el objetivo de la mayoría de migrantes sea llegar al mercado laboral de California, el permanecer y convertirse en residente de Tijuana, Tecate o Playas de Rosarito es un hecho que impacta en el crecimiento urbano de esta zona fronteriza.

Desde la década de los setenta se ha incrementado el volumen de la población de manera importante, estimulada por el creciente número de personas que llegan de los distintos Estados de la República, con deseos de mejorar su calidad de vida. A continuación se presentan los principales lugares de origen de la población de Playas de Rosarito y Tijuana (INEGI, censo de Población y Vivienda 2010).



**Figura IV. 14, Principales Lugares de Origen de la población No Nativa, 2010**

### VIVIENDA

De acuerdo a los resultados del censo INEGI, para el 2010, Baja California contaba con 1 millón 142 mil 658 viviendas totales: 459 viviendas colectivas y el resto, particulares. Las viviendas totales de la entidad se concentran en Tijuana con 48.1%

El promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas es de 3.6.

Las viviendas se caracterizan porque están hechas con techos de concreto, madera o similares, muros de bloque o ladrillo adobe o madera. Únicamente el 0.73% del total de las viviendas están construidas con materiales no aceptables.

**Tabla IV. 11. Viviendas habitadas según servicios.**

Ámbito	Total	Con energía eléctrica	Con agua entubada	Con drenaje
Estatal	870,310	840,665 96.6%	807,329 92.8%	797,017 91.6%

Ámbito	Total	Con energía eléctrica	Con agua entubada	Con drenaje
Tijuana (1995)	232,690	223,040	95.8%	193,164
Tijuana (2010)	423,741	415,063	97.9%	407,717

### URBANIZACIÓN

Baja California tiene una densidad poblacional de 38.64 habitantes por kilómetro cuadrado. Por su parte, Tijuana tiene la más alta densidad demográfica con 1,113.95 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que Ensenada presenta la menor con 7.84 habitantes por kilómetro cuadrado, Playas de Rosarito registra 151.45, Mexicali tiene 58.4 y Tecate cuenta 24.98 habitantes por kilómetro cuadrado.

El crecimiento desordenado de Tijuana ha puesto de manifiesto el desequilibrio espacial y de distribución de vías de comunicación, aunado a una clara incompatibilidad entre diferentes usos del suelo. Por ejemplo, los asentamientos habitacionales cercanos a la zona industrial y la concentración de comercios en zonas determinadas.

### SALUD

Entre 2000 y 2010 el porcentaje de población que declaro contar con algún servicio de salud aumento de 51.2 a 69.1% a nivel estatal.

Las instituciones públicas siguen concentrando la mayoría de población derechohabiente. Además, los datos disponibles reflejan que los prestadores de servicios de salud privados han perdido derechohabencia en los últimos años.

La atención médica de la Zona de Estudio (Tijuana) en área rural y urbana es atendida por el sector público y por la iniciativa privada. Es importante aclarar que las unidades del IMSS, ISSSTE e ISSSTECALI, atienden consulta externa y programas de planificación familiar; estas unidades canalizan a los pacientes de gineco-obstetricia y urgencias a clínicas particulares de la localidad o bien al hospital regional de Tijuana. El DIF por su parte, realiza canalizaciones a diferentes instituciones.

El sector privado por su parte ha establecido una serie de hospitales, por lo que se cuenta con consultorios privados que brindan diferentes servicios.

La población derechohabiente en la ZE se distribuyó en el 2010 de la siguiente manera: 67 % al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 5.5 % al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y 17 a otro tipo de servicio de salud (Seguro Popular). En Tijuana para el 2010 existían 85 unidades médicas.

**Tabla IV. 12, Numero de personal médico en instituciones médicas**

	Tijuana
Personal médico,	1900
IMSS	1191
ISSSTE	148
PEMEX, SEDENA y/o SEMAR	4
otras instituciones de seguridad social	181
Secretaría de Salud del Estado	376

## **EDUCACIÓN**

En el año 2000 el 67.49% del total de la población resulto alfabeto, se considera la población mayor a 6 años que sabe leer y escribir. Para el año 2005 este porcentaje se elevó al 75.6%. Para el 2010 la población alfabeto de 15 a 24 años es de 99%

Para la educación básica existen planteles de enseñanza preescolar, primaria, secundaria y de bachillerato.

**Tabla IV. 13, Numero de planteles por nivel educativo**

Nivel académico	Tijuana
Pre escolar	570
Primaria	666
Secundaria	233
Bachillerato	128

En 2005 se redujo hasta 3.56 por ciento el analfabetismo contra 96.44 de cada cien personas que eran alfabetos. En 2010 la distribución de población por condición de alfabetismo era de la siguiente manera: 99.3% alfabeto y 0.7% que no lo era. El grado promedio de escolaridad es de 9 años. Estos indicadores reflejan que aunque se ha logrado avanzar en disminuir el analfabetismo aún queda mucho por hacer para alcanzar un nivel educativo y de capacitación que se traduzca en un mejor desempeño de la fuerza laboral, calidad de vida y desarrollo local

**Tabla IV. 14, Número de población según el nivel de educación.**

Nivel de educación	Tijuana
Población de 5 y más años con primaria, 2010	466,779
Población de 18 años y más con nivel profesional, 2005	136,867
Población de 18 años y más con posgrado, 2010	11,151
Alumnos egresados en preescolar, 2010	26,920
Alumnos egresados en primaria, 2010	30,682
Alumnos egresados en secundaria, 2010	22,980
Alumnos egresados en profesional técnico, 2010	963
Alumnos egresados en bachillerato, 2010	10,441

**Tabla IV. 15, Matricula por nivel educativo 2011 – 2012.**

Nivel educativo	Alumnos Tijuana
Preescolar	48,534
Primaria	200,027
Secundaria	86,214
Bachillerato	52,188
Profesional Técnico	4,441
Licenciatura Universitaria <sup>5</sup>	37,370
Licenciatura Normal	928
Posgrado	2,407
<b>TOTAL SISTEMA ESCOLARIZADO</b>	<b>439,437</b>

<sup>5</sup> Incluye el nivel Técnico Superior Universitario

### **ASPECTOS CULTURALES**

En el Estado de Baja California, es el municipio de Ensenada el que cuenta con mayor población indígena tanto, de grupos nativos como de grupos migrantes, que en su mayoría se ubican en la zona rural. Cabe comentar que el porcentaje de la población indígena nativa es muy baja, menor a mil habitantes, mientras la población indígena migrante es alta.

Los grupos nativos se distribuyen de la siguiente manera: Kiliwas en el Arroyo de León, Pai-Pai en Santa Catarina (ambas comunidades en la área de Valle de la Trinidad); Tipai o Cochimies en La Huerta, Sierra de Juárez.

De los grupos migrantes, el 90% corresponde a los Mixtecos y el restante a los Zapotecas, Triqui, Náhuatl y otras etnias.

### **ASPECTOS ECONÓMICOS**

Alrededor de 600,000 trabajadores integran la fuerza de trabajo en Baja California. Esta fuerza laboral es altamente diversificada, desde la mano de obra básica, hasta profesionistas especializados de niveles muy avanzados.

Baja California se encuentra entre los tres mejores Estados en Economía basada en el conocimiento y el primero en atractividad internacional, competitividad y orientación al exterior

### **Población Económicamente Activa por Sector**

Cifras arrojadas por la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo para el estado de Baja California, indican que durante el primer trimestre de 2013, la población económicamente activa (PEA) concentra a 1 471 671 personas, lo que significa una tasa de participación económica de 58.1%.

En este periodo, la tasa de participación económica en el estado aumento 0.4 puntos, respecto al primer trimestre de 2012; mientras que en Tijuana descendió 1.7 puntos<sup>6</sup>.

**Tabla IV. 16, Población Económicamente Activa Total 2013**

Localidad	PEA	PEI
Tijuana	699,473	409,785

### **Principales Actividades Productiva**

Las principales actividades productivas que se realizan en este sitio son: manufacturas, comercio, servicios y turismo.

#### **Manufacturas**

El sector manufacturero registra valores significativos de ocupación en los establecimientos de panificación (4,38), molinos de nixtamal y elaboración de tortillas (3,50), elaboración y transformación de alimentos (2,22), confección de artículos de vestir (2,01), fabricación de muebles de madera (5,40), fabricación de papel y productos conexos (3,52), impresión y encuadernación (1,19), alfarería y cerámica (9,86), productos de vidrio (2,66), transformación de cal y yeso (3,70), fabricación a base de metales no ferrosos (17,72), estructuras metálicas y herrería (2,21), fabricación y reparación de muebles metálicos (3,95), ensamble de maquinaria y equipo (3,28), ensamble de maquinaria en general (4,19), y reparación de accesorios a domicilio (2,51).

<sup>6</sup> Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, Mayo 2013

La mayoría de las actividades principales en el municipio, son establecimientos pequeños que responden principalmente al mercado local y la infraestructura de servicios, y por último productos y artesanías destinados a los visitantes al municipio. En suma es un sector hacia un mercado local que confirma su vocación por la talla reducida de sus establecimientos.

### **Comercio**

En general las actividades comerciales en el municipio tienen un perfil semejante al que prevalece en el Baja California, solamente destacan comercio de alimentos, bebidas y tabaco de menudeo (1,30); supermercados (1,03); productos no-alimenticios en tiendas departamentales (1,23) y gasolineras (1,44). En general, el comercio municipal tiene un marcado perfil hacia los consumidores temporales y destaca la dependencia de otros tipos de establecimientos que se localizan seguramente en las ciudades de Tijuana y Ensenada.

### **Servicios y Turismo**

La estructura de los principales servicios que generan la ocupación en el municipio destaca la orientación de estos hacia un sector de usuarios temporales y confirman el perfil económico de la economía, hacia la prestación de servicios turísticos con la salvedad de que esta demanda está integrada por una población residente temporal con propiedades en el territorio municipal y visitantes dada la cercanía con la línea fronteriza.

El turismo es la principal actividad municipal, dando atención a los visitantes y a los residentes temporales que se localizan al norte y sur de la ZE. En lo que se refiere a instalaciones de albergue para turistas en el municipio, el 29 % del total de los espacios son tráiler park, el 20 % de los lotes en fideicomisos y el 25 % de los cuartos de media y alta categoría. Todos estos datos confirman la importancia que tiene el servicio a los visitantes temporales y residentes temporales como la base de la economía local.

Una actividad productiva e importante en el municipio de Playas de Rosarito, principalmente en la ciudad de Rosarito es el sector servicios, algunos restaurantes y se observa la presencia de micro – tiendas para consumo local. Este sector se ve favorecido por la concentración de la burocracia a nivel municipal por ser la Cd. de Rosarito la cabecera municipal.

**Tabla IV. 17, Población económicamente activa por sector**

Sector	Participación
Primario (Agricultura y ganadería)	3%
Secundario (Minería, petróleo, industria, manufactura, construcción y electricidad)	36%
Terciario(Comercio, turismo y servicios)	61%

## IV.2.5 Diagnóstico ambiental

### ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

#### COMPONENTES DEL SA

La siguiente discusión, que tiene por objeto contextualizar la estructura y funciones de los componentes del Sistema Ambiental (SA), se basa en la estructura del paquete de atributos para describir al medio, propuesto por R. J. Cain et al<sup>7</sup> y cuya metodología de análisis de impacto ambiental, es en la que se basa la elaboración del presente estudio.

La siguiente relación es el Conjunto Integral Generalizado de Componentes Estructurales del Medio (CIGCEM), que consta de 29 atributos, establecidos a partir del Paquete Descriptor del Medio, en base al cual se describe más adelante la estructura, funcionalidad, evaluación y diagnóstico del SA. En primera instancia se aclara el significado, enfoque y alcance de los 29 atributos del CIGCEM.

- **Difusión**, mediante este atributo se hace referencia a la capacidad de una cuenca o región para propiciar los procesos de difusión de los contaminantes atmosféricos, sean estos de origen natural o antropogénico.
- **Calidad del aire**, mediante este atributo se hace referencia al grado, nivel o concentraciones de contaminantes y sustancias tóxicas de origen natural o antropogénico presentes o que aportan cualidades o molestias por olor en el aire de una cuenca o región.
- **Rendimiento de acuíferos**, mediante este atributo se refiere el grado de estabilidad productiva del recurso geohidrológico de una cuenca o región.
- **Condiciones de flujo del agua**, mediante este atributo se hace referencia al estado de las condiciones de flujo del agua en los cuerpos de agua de una región, en relación con la sustentabilidad que provee a la biota.
- **Calidad del agua**, mediante este atributo se hace referencia al grado, nivel o concentraciones de contaminantes (bióticos, abióticos, nutrientes y sustancias tóxicas) de origen natural o antropogénico presentes en el agua que puedan influenciar la capacidad del medio acuático para proveer de hábitat a peces, crustáceos, mamíferos marinos, aves acuáticas etc.
- **Erosión**, a través de este atributo se hace referencia al grado de pérdida de suelo, y/o a la existencia de condiciones que propician el aceleramiento de pérdida de suelos en la región.
- **Viabilidad Bioquímica del Suelo**, mediante este atributo se hace referencia a la presencia de sustancias de origen antropogénico o natural que influyen en la capacidad del suelo para soportar a los procesos naturales de la biota.
- **Riesgos naturales**, mediante este atributo se hace referencia a la existencia de condiciones topográficas y geotécnicas que elevan el riesgo de inundaciones, terremotos y deslizamientos de suelo en la región.
- **Uso de suelo**, mediante este atributo se hace referencia al grado de compatibilidad entre los diversos usos de suelo, en la región.
- **Especies mayores**, mediante este atributo se hace referencia a la capacidad de la región para proveer de hábitats para organismos de especies mayores (incluido el ganado).
- **Aves de presa**, mediante este atributo se hace referencia a la capacidad de la región para sustentar el desarrollo de aves de presa.
- **Especies menores**, mediante este atributo se hace referencia a la capacidad de la región para proveer de hábitats y sustento a organismos de especies menores.

<sup>7</sup> R.K.Jain, L.V.Urban, G.S.Stacey, H.E. Balach, Environmental Assessment McGraw Hill 1993.

- **Animales acuáticos**, mediante este atributo se hace referencia a la abundancia y riqueza de las comunidades de organismos asociado al medio acuático del SA. Dada la relevancia que este componente del SA tiene para el proyecto bajo estudio, se subdividió en los siguientes grupos con objeto de poder realizar un diagnóstico más detallado y preciso:
  - **Especies planctónicas**
  - **Especies bentónicas**
  - **Especies pelágicas**
  - **Mamíferos marinos**
  - **Aves marinas**
- **Cultivos**, mediante este atributo se hace referencia a la extensión proporcional y calidad de la cobertura vegetal, así como a la estabilidad productiva del sector agrícola de la región.
- **Especies amenazadas**, mediante este atributo se hace referencia a la situación y capacidades existentes en la región relativas con la protección de las especies de flora y fauna amenazadas.
- **Vegetación silvestre**, mediante este atributo se hace referencia a la extensión proporcional de la cobertura vegetal silvestre en la región.
- **Plantas acuáticas**, mediante este atributo se hace referencia a la abundancia y riqueza de las comunidades de vegetación acuática en los cuerpos de agua del medio acuático del SA. Dada la relevancia que este componente del SA tiene para el proyecto bajo estudio, se subdividió en los siguientes grupos con objeto de poder realizar un diagnóstico más detallado y preciso:
  - **Algas**
  - **Microalgas**
- **Ruido**, mediante este atributo se hace referencia al grado de contaminación acústica en la región.
- **Servicios públicos**, mediante este atributo se hace referencia al estado e integridad de la infraestructura y demás servicios públicos necesarios para el adecuado soporte de las poblaciones en la región.
- **Estabilidad económica**, mediante este atributo se hace referencia a la habilidad de la economía regional para resistir a fluctuaciones, alteraciones, crisis y catástrofes en el comportamiento de la economía.
- **Ingresos del Gobierno**, mediante este atributo se hace referencia al bienestar económico de las finanzas de los gobiernos estatales y municipales de la región, e incluso del gobierno federal, en los aspectos de intervención con las dinámicas económicas de la región.
- **Bienestar social**, este atributo puede interpretarse como una medida directa del bienestar económico personal y la calidad de vida de la población. Es medido con el ingreso y facilidad de acceso a sistemas de salud, educación, vivienda, transporte, esparcimiento, y alimentación.
- **Disponibilidad de recursos**, mediante este atributo se hace referencia a la disponibilidad de materiales (transformados y naturales), combustibles y energía, en la región.
- **Estéticos**, mediante este atributo se hace referencia al conjunto de aspectos del medio que se perciben a través de los sentidos- vista, gusto, olfato, oído y tacto, aunque es principalmente a través de la vista como los apreciamos.

Tomando como base la estructuración del CIGCEM y el conocimiento resultante de haberse sumergido en el SA de la ZE, durante el proceso que llevó a la caracterización del medio que se presenta en la primera parte de este capítulo, se procedió al análisis y diagnóstico del SA de la siguiente forma:

1. Se asignaron cuatro calificaciones a cada componente o atributo del SA de la ZE, estableciendo así a) su relevancia en el sistema, b) su estado o condición actual c) la extensión geográfica de dicho estado, y d) la tendencia advertida en la evolución del estado del componente. Para la homogeneización de las calificaciones, se usaron los siguientes criterios de calificación:

**Tabla IV. 18, Criterios para Asignar Calificación de Relevancia**

Valor	Calificativo	Significado
-2	Irrelevante	Atributo totalmente irrelevante para el SA
-1	Insignificante	Atributo prácticamente irrelevante para el SA
0	Normal	Atributo de relevancia mínima para el SA
1	Significativo	Atributo relevante para el SA
2	Importante	Atributo muy relevante para el SA
3	Primordial	Atributo de relevancia primordial en el SA

**Tabla IV. 19, Criterios para Asignar Calificación al Estado Actual del Componente**

Valor	Calificativo	Significado
-4	Alterado irremisible	Impactado permanente sin remedio
-3	Impactado, sustancialmente	Impactado en forma sustancial
-2	Impactado, de bajo	Impactado con poca alteración
-1.5	Servicios inexistente	Servicios público inexistente
-1	Impactos discontinuos	Impactado por eventos no continuos
-0.5	Deficientes	Servicios público deficientes
0	Normal natural:	En condiciones naturales
1	Estable	Condición estable
2	Robusta	Condición eficaz o fuerte
3	Prístinas, Excelente	En condiciones extraordinariamente buenas, ideales

**Tabla IV. 20, Criterios para la Asignar Calificación del Grado de Extensión Geográfica del Estado**

Valor	Calificativo	Significado
1	Puntual	El estado se refleja en un punto únicamente
2	Localizado	El estado se refleja solo en una localidad
3	Zonal	El estado se refleja en toda una zona
4	Extendido	El estado se refleja extensamente en la región
5	Generalizado	El estado se refleja en toda la región

**Tabla IV. 21, Criterios para Asignar Calificación a la Tendencia del Estado del Componente**

Valor	Calificativo	Significado
-3	Franca degradación	Atributo que rápidamente pierde valor o fuerza
-2	Degradación	Atributo que claramente pierde valor o fuerza
-1	Pérdida	Atributo que lentamente pierde valor o fuerza
0	Estable	Atributo que no pierde ni gana valor o fuerza
1	Ganancia	Atributo que gana valor o fuerza
2	Promisorio	Atributo que rápidamente gana valor o fuerza

Con base en los criterios referidos en las tablas anteriores se calificó a los componentes del SA de la ZE, los resultados de este ejercicio se presentan en la Tabla IV. 22:

**Tabla IV. 22, Calificaciones al SA de la ZE**

Componente	Relevancia	Estado	Extensión	Tendencia
Difusión	Normal	Normal natural:	Localizado	Estable
Calidad del aire	Normal	Estable	Localizado	Pérdida
Rendimiento de acuíferos	Primordial	Impactado	Generalizado	Franca

Componente	Relevancia	Estado	Extensión	Tendencia
		sustancialmente		degradación
Condiciones de flujo del agua	Significativo	Normal natural:	Extendido	Estable
Calidad del agua	Primordial	Impactado, sustancialmente	Puntual	Pérdida
Erosión	Significativo	Impactado, de bajo	Localizado	Franca degradación
Viabilidad bioquímica del suelo	Significativo	Impactos discontinuos	Localizado	Pérdida
Riesgos naturales	Normal	Impactos discontinuos	Localizado	Pérdida
Uso de suelo	Importante	Impactos discontinuos	Localizado	Estable
Especies mayores	Importante	Impactado, sustancialmente	Zonal	Pérdida
Aves de presa	Importante	Impactado, de bajo	Localizado	Pérdida
Especies menores	Importante	Impactado, sustancialmente	Zonal	Pérdida
Animales Acuáticos	Importante	Normal natural:	Zonal	Estable
Cultivos	Normal	Estable	Localizado	Ganancia
Especies amenazadas	Importante	Impactos discontinuos	Extendido	Pérdida
Vegetación silvestre	Importante	Alterado irremisible	Extendido	Degradación
Plantas acuáticas	Importante	Impactado, de bajo	Localizado	Pérdida
Ruido	Significativo	Impactado, de bajo	Puntual	Pérdida
Servicios públicos	Primordial	Estable	Extendido	Estable
Estabilidad económica regional	Primordial	Estable	Zonal	Ganancia
Ingresos del Sector Público	Primordial	Estable	Generalizado	Estable
Bienestar social	Primordial	Deficientes	Localizado	Estable
Disponibilidad de recursos	Primordial	Impactado, sustancialmente	Extendido	Ganancia
Estéticos	Importante	Impactado, sustancialmente	Extendido	Estable

Partiendo de las calificaciones de los componentes, se reconocieron los siguientes perfiles característicos del SA de la ZE:

Los componentes más relevantes en el SA son:

- Rendimiento de acuíferos
- Disponibilidad de recursos
- Estabilidad económica regional
- Riesgos naturales
- Viabilidad bioquímica del suelo
- Especies amenazadas

Los componentes calificados con el mayor grado de impacto en el SA son:

- Especies mayores
- Rendimiento de acuíferos
- Aves de presa
- Erosión
- Especies menores

- Vegetación silvestre

Los componentes calificados como en mejores condiciones (menor impacto negativo) en el SA son:

- Disponibilidad de recursos
- Difusión
- Riesgos naturales
- Animales Acuáticos
- Plantas acuáticas

### **Principales interrelaciones detectadas**

Partiendo con los componentes con mayor relevancia, se procedió a analizar e identificar los flujos o influencias entre los componentes. Identificando los flujos positivos (azul), es decir, a aquellos que propician beneficio al estado del componente impactado, las influencias negativas (rojo) entre los componentes y a algunos flujos se les rotuló como críticos, los cuales no son necesariamente flujos positivos o negativos (rojo y azul). Estas relaciones se pueden observar en la Figura IV. 15.

### **Diagnóstico del Sistema Ambiental**

Tijuana, urbanísticamente se observa que funciona como apéndice de la conurbación Tijuana, la cual durante los últimos 20 por un proceso de crecimiento acelerado, lo que dio lugar a algunas problemáticas sociales y de equipamiento urbano, ente otras, que tomará algún tiempo acabar de resolver. Esto mismo presenta un paisaje en el que el medio natural ha sido erradicado, sin haber pasado por una etapa suburbana. Una considerable fracción de las zonas altas muestran asentamientos continuos, pero la pavimentación y el equipamiento urbano es aún muy pobre en estas zonas.

Por lo tanto, se puede sintetizar en que el SA de la ZE ha sido desprovisto prácticamente en su totalidad de sus características naturales,

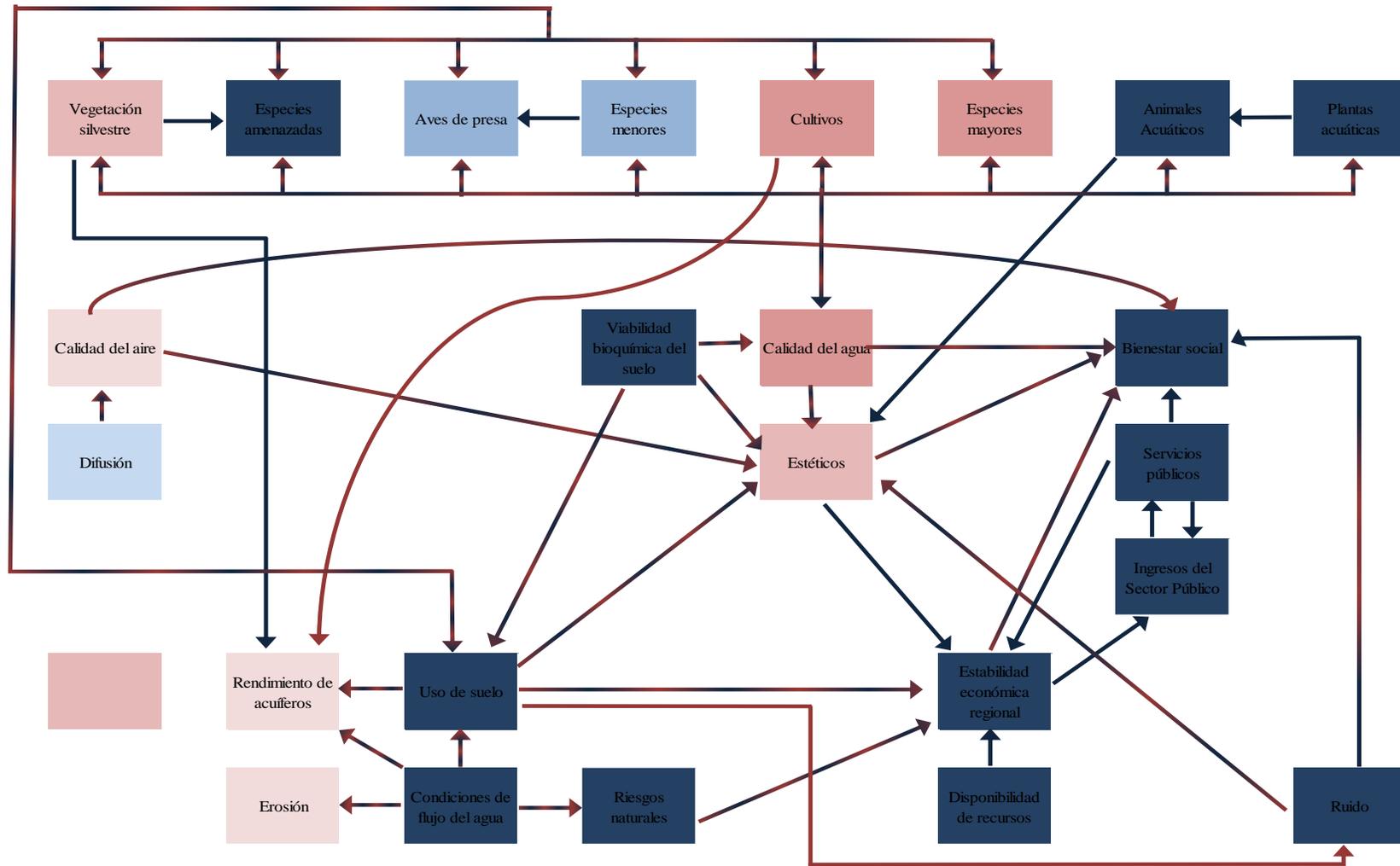


Figura IV. 15, Diagrama de flujo de las relaciones e influencias de los componentes del SA

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### V.1 Impactos identificados

Del proceso de identificación de impactos ambientales con origen en el proyecto bajo estudio resultó el conjunto de 23 impactos que se presenta en calidad de resumen en la Tabla V. 1. En seguida se describe la metodología empleada en el proceso de identificación.

En la siguiente tabla se listan los 23 impactos identificados, en cada caso se presenta el código de identificación, el nombre o descripción sencilla del impacto, la actividad o actividades del proyecto que darían origen a este impacto, y el atributo del Sistema Ambiental que resultaría afectado por el impacto.

Nota 1 – Todas las actividades están precedidas por un número. Si este número es del grupo 1.00.00, la actividad es la etapa de ingeniería del proyecto, si es del grupo 2.00.00, la actividad corresponde a las etapas de desarrollo que incluye la preparación del terreno y la construcción, Si el número es del grupo 3.00.00, entonces la actividad corresponde a la etapa de operación del proyecto.

**Tabla V. 1, Relación de Impactos**

Núm	C.I.	Nombre	Actividades	Atributo
1	A-16	Emisión de PST durante la actividades transporte de materiales y equipo a la construcción	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04-Colocación de la tubería 2.02.06-Encofrado 2.02.09-pavimentacion con asfalto 2.02.14-Cimentacion	Calidad del aire
2	A-17	Emisión de PST durante la actividades de movimiento, y almacén de material terrígeno	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.07-Relleno y compactación 2.02.08-Conformación de la capa orgánica 2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.14-Cimentacion	Calidad del aire
3	A-18	Emisión de contaminantes por uso de maquinaria pesada que consume diesel	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04-Colocación de la tubería 2.02.06-Encofrado 2.02.07-Relleno y compactación 2.02.08-Conformación de la capa orgánica 2.02.09-pavimentacion con asfalto 2.02.10-Ubicación del equipo de perforación 2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.13-Instalación de la tubería 2.02.14-Cimentacion 2.02.15-Instalacion electromecánica	Calidad del aire

Núm	C.I.	Nombre	Actividades	Atributo
			2.02.16-Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería	
4	A-15	Contribución al cambio climático	3.00.00-Etapa de operación	Calidad del aire
5	B-11	Preservación de acuíferos regionales	3.00.00-Etapa de operación	Rendimiento de acuíferos
6	B-12	Cambio de las condiciones de flujo por las actividades de construcción .	2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo	Condiciones de flujo
7	B-15	Contaminación por la descarga al medio, del agua residual generada por los servicios sanitarios a los trabajadores durante la construcción	2.03.02-Instalacion de campamentos	Calidad del agua
8	PB-06	Contaminación del suelo a causa de la disposición irresponsable de los residuos de la construcción	2.00.00-Etapa de Desarrollo	Viabilidad Bioquímica del Suelo
9	PB-05	Manejo de lubricantes y sus residuos durante las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada usada en la construcción	2.03.01-Gen., manejo y disp de resid sólidos, líquidos y emis a la atmósfera	Viabilidad Bioquímica del Suelo
10	C-21	Explotación de banco de materiales	2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo	Grado de erosión
11	E-03	Emisión de ruido durante la construcción	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04-Colocación de la tubería 2.02.06-Encofrado 2.02.07-Relleno y compactación 2.02.08-Conformación de la capa orgánica 2.02.09-pavimentacion con asfalto 2.02.10-Ubicación del equipo de perforación 2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.13-Instalación de la tubería 2.02.14-Cimentacion 2.02.15-Instalacion electromecánica 2.02.16-Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería	Ruido
12	G-08	Aumento de ingreso del sector público por concepto de la inversión en el proyecto	2.00.00-Etapa de Desarrollo	Ingresos del Gobierno
13	G-10	Derrama económica a través de sueldos, contratos y	2.00.00-Etapa de Desarrollo Estabilidad Económica-Etapa de operación	Estabilidad Económica

Núm	C.I.	Nombre	Actividades	Atributo
		adquisiciones por la construcción del Acueducto		
14	C-11	Generación de residuos de oficina	2.03.02-Instalacion de campamentos	Viabilidad Bioquímica del Suelo
15	C-22	Cambio de uso de suelo	1.00.00-Etapa de Ingeniería Uso del Suelo-Etapa de operación	Uso del Suelo
16	C-23	Eliminación de la cobertura vegetal poniendo al suelo en riesgo de erosión al construir el acueducto	2.02.07-Relleno y compactación	Grado de erosión
17	B-13	Descarga de agua residual utilizada en las pruebas hidrostáticas del acueducto	2.02.16-Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería	Calidad del agua
18	B-14	Generación de lodo por actividades de tuneleo	2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto	Calidad del agua
19	F-04	Disponibilidad de agua potable	3.00.00-Etapa de operación	Servicios Públicos
20	G-04	La nueva disponibilidad de agua potable brinda una estabilidad económica y posibilidad de crecimiento a la región	3.00.00-Etapa de operación	Estabilidad Económica
21	G-05	Aumento de ingreso del sector público por concepto de impuestos compra/venta de agua generada por la planta desaladora.	3.00.00-Etapa de operación	Ingresos del Gobierno
22	F-06	La disponibilidad del agua garantiza el bienestar social de la región.	3.00.00-Etapa de operación	Bienestar Social
23	PB-30	Nueva disponibilidad de agua Potable	3.00.00-Etapa de operación	Disponibilidad de recursos

## V.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

### Justificación de la Metodología Seleccionada

Esta metodología ha sido empleada con éxito por este grupo de trabajo, durante más de 10 años para proyectos de diversa naturaleza. La metodología original planteada en el libro de, R.K Jain.<sup>1</sup>, et al.,

<sup>1</sup> R.K.Jain, L.V.Urban, G.S.Stacey, H.E.Balach, Environmental Assessment, McGraw Hill 1993, Apendice "C"

1993, ha sido modificada para adaptarla a los requerimientos nacionales, pero esencialmente se ha mantenido fiel a la concepción propuesta en el libro.

El valor más grande que se le ha atribuido a esta metodología se basa en la detallada definición del Paquete Descriptor de los Atributos del Medio (ver Anexo I), lo que reduce significativamente las interpretaciones subjetivas al respecto y proporciona un conjunto sólido, integral y completo, con mínimas reiteraciones que facilita considerablemente al proceso de identificación de impactos.

### **Metodología**

La naturaleza del proyecto en cuestión, así como el estado de las características del medio, dio la pauta para establecer el nivel de profundización recomendable para esta manifestación. A continuación se describen los 5 pasos de la metodología empleada para identificar, describir y evaluar los impactos.

#### **Paso 1. Identificación de las acciones del hombre que pueden alterar el medio.**

Se identificó al conjunto de actividades principales para el desarrollo de la planta Desaladora NSC Agua. La lista del conjunto de actividades a ser evaluadas es la siguiente:

- 1.00.00 Etapa de Ingeniería**
- 2.00.00 Etapa de Desarrollo**
  - 2.01.00 Preparación del sitio**
    - 2.01.01 Remoción y manejo de la capa orgánica
  - 2.02.00 Construcción**
    - 2.02.01 Demolición, levantamiento y disposición de asfalto
    - 2.02.02 Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante
    - 2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo
    - 2.02.04 Colocación de la tubería
    - 2.02.05 Soldadura
    - 2.02.06 Encofrado
    - 2.02.07 Relleno y compactación
    - 2.02.08 Conformación de la capa orgánica
    - 2.02.09 pavimentación con asfalto
    - 2.02.10 Ubicación del equipo de perforación
    - 2.02.11 perforación del túnel piloto
    - 2.02.12 Ensanchamiento del túnel piloto
    - 2.02.13 Instalación de la tubería
    - 2.02.14 Cimentación
    - 2.02.15 Instalación electromecánica
    - 2.02.16 Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería
  - 2.03.00 Obras provisionales**
    - 2.03.01 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera
    - 2.03.02 Instalación de campamentos
- 3.00.00 Etapa de operación**

#### **Paso 2 Identificación de los factores ambientales que pueden ser afectados.**

El conjunto de los atributos del medio o factores ambientales que se listan en la Tabla V.2 fueron tomados de Jain, R.K., et al., 1993. En el Capítulo IV se presenta una descripción resumida del significado y alcance de estos atributos

**Tabla V.2, Atributos para la caracterización del medio**

Código	Descripción
AgCl	Calidad del agua
AgFl	Condiciones de flujo
AgRn	Rendimiento de acuíferos
AiCl	Calidad del aire
AiDf	Difusión
BiAg	Cultivos
BiAm	Especies amenazadas
BiAv	Aves de presa
BiMn	Especies menores, cacería
BiMy	Especies mayores
BiPe	Animales acuáticos
BiVA	Plantas acuáticas
BiVS	Vegetación silvestre
RcGr	Disponibilidad de recursos
ReEs	Estéticos
Ruid	Ruido
SBNP	Bienestar Social
SEco	Estabilidad Económica
SInG	Ingresos del Gobierno
SSrP	Servicios Públicos
SuCn	Viabilidad Bioquímica del Suelo
SuEr	Grado de erosión
SuRi	Riesgos naturales
SuUs	Uso del Suelo

### **Paso 3 Identificación de Impactos (Elaboración de Matriz)**

Como auxiliar en el proceso de identificación de los impactos, se elaboró una matriz lo que consistió en formular un archivo de procesamiento en computadora tipo hoja de cálculo, en el cual, la primera columna se llenó con la relación de actividades del proyecto según se describe en el Paso 1 y el primer renglón con los atributos según se describen en el Paso 2.

Apoyándose en la matriz, se analizó cada actividad (cada renglón), confrontándolo contra cada atributo (columna), con el fin de establecer, a que atributos del medio, la actividad en cuestión podría impactar.

Para cada impacto identificado se inscribió un número consecutivo en la Matriz en la celda correspondiente al cruce entre la actividad causante del impacto y el atributo del medio impactado, y se codificó la celda. Se utilizó el siguiente código en estas anotaciones (explicación en el Paso 4 - Caracterización):

- a) En negro los Impactos Negativos.
- b) Con rayas los Impactos Reglamentados.
- c) En blanco los Impactos positivos

En los casos de impactos causados por varias actividades, se marcaron las celdas de la Matriz de cada una de las actividades para el atributo correspondiente. De manera semejante pero en forma inversa se procedió cuando un solo impacto afecta a varios atributos. (Ver Tabla V. 3, Matriz de Impactos Ambientales).

#### **Paso 4 Caracterización de impactos**

Se caracterizaron los impactos identificados de acuerdo a los siguientes criterios

##### **Carácter**

- **Impacto Positivo**; aquellos cuya alteración a las condiciones base (prevalecientes o actuales) del medio es considerada benéfica de acuerdo con el desarrollo sustentable.
- **Impacto Reglamentado**; son aquellos previstos y sancionados por alguno de los estatutos de la legislación y/o normatividad ambiental, de alguno de los tres niveles de gobierno aplicables al proyecto.
- **Impacto Negativo**; aquellos cuya alteración a las condiciones base (actuales), es perjudicial o contraria con el desarrollo sustentable y que no son explícitamente previstos por la legislación, reglamentación y/o normatividad publicada y vigente en la zona del proyecto.

##### **Importancia**

- **Intrascendente**. Aplica a impactos que aun cuando ocurren, sus efectos son difíciles de advertir o notar
- **Poco trascendente**. Aplica a impactos que sus efectos son considerados poco significativos, poco importantes, no muy notables.
- **Significativo**. Aplica a impactos que sus efectos son generalmente considerados como importantes o claramente notables.
- **Absoluto**. Aplica a impactos que sus efectos son considerados absolutamente importantes y notables.

##### **Magnitud**

- **Leve**. El impacto produce una alteración mínima en la calidad del atributo afectado. En el caso de parámetros regulados por una norma oficial mexicana (NOM), si la concentración o nivel del parámetro analizado, queda por debajo al 15% del límite máximo permitido por la norma.
- **Moderado**. El impacto es una modificación poco importante de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental. En el caso de parámetros regulados por una norma oficial mexicana (NOM), si la concentración o nivel del parámetro analizado, queda entre el 15% y el 50% del límite permitido por la norma.
- **Alta**. El impacto modifica parcialmente la naturaleza o la utilización de un elemento ambiental. En caso de parámetros regulados por una norma oficial mexicana (NOM), si la concentración o nivel del parámetro analizado queda entre el 50% y el 125% del límite permitido por la norma.
- **Muy alta**. El impacto causa una alteración profunda en la naturaleza o la utilización de un elemento ambiental. En caso de parámetros regulados por una norma oficial mexicana (NOM), si la concentración o nivel del parámetro analizado, sobrepasa en más del 25% al límite máximo permitido por la norma.

##### **Duración o Temporalidad**

- **Breve**. Cuando la alteración cualitativa del atributo desaparece o se minimiza por causas naturales o tras la aplicación de una medida de mitigación específica, dándose esta temporalidad en un intervalo máximo de 7 días.
- **Temporal**. Cuando la alteración cualitativa del atributo desaparece o se minimiza por causas naturales o tras la aplicación de una medida de mitigación específica, dándose esta temporalidad en un intervalo máximo de 1 año.

- Perdurable. Cuando la alteración cualitativa del atributo desaparece o se minimiza por causas naturales o tras la aplicación de una medida de mitigación específica, dándose esta temporalidad en un intervalo mayor a 1 año pero menor a 3.
- Casi-permanente. Cuando la alteración cualitativa del atributo desaparece o se minimiza por causas naturales o tras la aplicación de una medida de mitigación específica, dándose esta temporalidad en un intervalo mayor a 3 años pero menor a 10.

**Tabla V. 3, Matriz de Impactos Ambientales**

		Diñfusi3n	Calidad del aire	Rendimiento de acuíferos	Condiciones de flujo	Calidad del agua	Grado de erosión	Viabilidad Bioquímica del Suelo	Riesgos naturales	Uso del Suelo	Especies mayores	Aves de presa	Especies menores, cacería	Animales acuáticos	Cultivos	Especies amenazadas	Vegetación silvestre	Plantas acuáticas	Ruido	Servicios Públicos	Estabilidad Económica	Ingresos del Gobierno	Bienestar Social	Disponibilidad de recursos	Estéticos
		AiDf	AiCl	AgRn	AgFl	AgCl	SuEr	SuCn	SuRi	SuUs	BiMy	BiAv	BiMn	BiPe	BiAg	BiAm	BiVS	BiVA	Ruid	SSrP	SEco	SInG	SBnP	ReCr	ReEs
<b>1.00.00</b>	<b>Etapa de Ingeniería</b>									3,5															
<b>2.00.00</b>	<b>Etapa de Desarrollo</b>					7		8													13	12			
<b>2.01.00</b>	<b>Preparación del sitio</b>																								
2.01.01	Remoción y manejo de la capa orgánica		1, 2,3																11						
<b>2.02.00</b>	<b>Construcción</b>																								
2.02.01	Demolición, levantamiento y disposición de asfalto		1, 2,3																11						
2.02.02	Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante		1,2,3		6														11						
2.02.03	Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo		1,2,3		6		10												11						
2.02.04	Colocación de la tubería		3																11						
2.02.05	Soldadura																								
2.02.06	Encofrado		1, 3																11						
2.02.07	Relleno y compactación		2,3				16												11						
2.02.08	Conformación de la capa orgánica		2,3																11						
2.02.09	pavimentación con asfalto		1,3																11						
2.02.10	Ubicación del equipo de perforación		3																11						
2.02.11	perforación del túnel piloto		2,3			18													11						
2.02.12	Ensanchamiento del túnel piloto		2,3			18													11						
2.02.13	Instalación de la tubería		3																11						
2.02.14	Cimentación		1,2,3																11						
2.02.15	Instalación electromecánica		3																11						
2.02.16	Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería		3			17													11						
<b>2.03.00</b>	<b>Obras provisionales</b>																								
2.03.01	Gen., manejo y disp de resid sólidos, líquidos y emis a la atmósfera							9																	
2.03.02	Instalación de campamentos		3					14																	
<b>3.00.00</b>	<b>Etapa de operación</b>		4	5																19	20	21	22	23	

- **Permanente.** Cuando la alteración cualitativa del atributo desaparece o se minimiza por causas naturales o tras la aplicación de una medida de mitigación específica, dándose esta temporalidad en un intervalo mayor a 10.

#### **Corregibilidad o Reversibilidad**

- **Prevenible:** es una clase de impacto que cuando se toman las medidas pertinentes puede evitarse la ocurrencia del impacto o lograrse evitar prácticamente la totalidad de los efectos que podría haber producido el impacto.
- **Mitigable:** es una clase de impacto que cuando se aplican las medidas pertinentes, se pueden limitar los efectos negativos que produciría este impacto hasta un nivel con poca trascendencia que además son relativamente fáciles de corregir.
- **Compensable:** es un impacto que no se pueden mitigar las alteraciones que produce, pero que si se pueden compensar mediante la implementación de un proyecto que provea de un beneficio ambiental significativamente mayor a la alteración que produce el impacto negativo

#### **Costo de la Protección al Ambiente**

- **Sin costo:** es el caso de impactos cuya mitigación, recuperación o prevención ocurre en forma enteramente natural sin necesidad de que se implemente ninguna medida ni preventiva, ni correctiva.
- **Muy Económico:** es el caso de impactos en los que la implementación de la medida de mitigación o prevención es menor a \$500 Dólares U.S.
- **Económico:** es el caso de impactos en los que la implementación de la medida de mitigación o prevención es menor a \$5,000 Dólares U.S.
- **Normal:** es el caso de impactos en los que la implementación de la medida de mitigación o prevención es mayor a \$5,000 Dólares U.S. pero menor a \$50,000 Dólares U.S.
- **Costoso:** es el caso de impactos en los que la implementación de la medida de mitigación o prevención es mayor a \$50,000 Dólares U.S. pero menor a \$100,000 Dólares U.S.
- **Muy Costoso:** es el caso de impactos en los que la implementación de la medida de mitigación o prevención es mayor a \$100,000 Dólares U.S.

#### **Síntesis Estadística de los Impactos Identificados**

En la Tabla V. 4 se presenta nuevamente la relación de los impactos identificados, pero en esta ocasión, se incluye la caracterización otorgada a cada uno. Los costos se presentan en el Capítulo VI junto con las medidas de mitigación.

A partir de esta caracterización se producen las siguientes estadísticas:

- Se identificaron 23 impactos
  - 1 corresponde a la etapa de ingeniería
  - 15 corresponden a la etapa de desarrollo, y
  - 7 a la etapa de operación
- De los 23 impactos:
  - 8 son de carácter Reglamentado, es decir, son impactos perjudiciales que están sancionados en la legislación ambiental. Estos 5 impactos son prevenibles, lo que significa que al aplicar las medidas propuestas se evitará que estos ocurran. 2 son mitigables y 1 es compensable.

- 7 son de carácter negativo o perjudicial, de estos:
  - 4 tienen una importancia Significativa, y de estos 4 tienen magnitud Moderada o Alta, y 1 Leve
  - 3 tienen importancia de intrascendente o poco trascendente con una magnitud leve a moderada.
  - de estos 7
    - 2 son prevenibles (no deben ocurrir)
    - 4 son mitigables
    - 1 es temporal
- 8 son de carácter benéfico
  - De los cuales 7 son Permanentes, de importancia significativa a absoluta y con una magnitud de leve a muy alta.
  - Y 1 es Temporal, de importancia Significativa y magnitud Moderada y Alta.

### V.3 Estimación de los cambios generados en el sistema ambiental

En la Tabla V. 4, Relación de impactos ambientales caracterizados se presenta el conjunto de impactos identificado con la caracterización hecha en base a los criterios que se describen en la metodología. A continuación de esta tabla se presentan las descripciones completas de los impactos identificados. Se agrega en cada caso la causa que origina al impacto, y el efecto o descripción ampliada del impacto.

**Tabla V. 4, Relación de impactos ambientales caracterizados**

Núm	C.I.	Nombre	Atributo	Carácter	Importancia	Magnitud	Temporalidad	Corregibilidad
1	A-16	Emisión de PST durante la actividades transporte de materiales y equipo a la construcción	Calidad del aire	Negativo	Poco trascendente	Leve	Temporal	Mitigable
2	A-17	Emisión de PST durante la actividades de movimiento, y almacén de material terrígeno	Calidad del aire	Negativo	Intrascendente	Leve	Temporal	Mitigable
3	A-18	Emisión de contaminantes por uso de maquinaria pesada que consume diesel	Calidad del aire	Negativo	Intrascendente	Leve	Temporal	Mitigable
4	A-15	Contribución al cambio climático	Calidad del aire	Negativo	Significativo	Leve	Permanente	Temporal
5	B-11	Preservación de acuíferos regionales	Rendimiento de acuíferos	Positivo	Significativo	Alto	Casi - permanente	
6	B-12	Cambio de las condiciones de flujo por las actividades de construcción.	Condiciones de flujo	Negativo	Significativo	Alto	Temporal	Prevenible
7	B-15	Contaminación por la descarga al medio, del agua residual generada por los servicios sanitarios a los trabajadores durante la construcción	Calidad del agua	Reglamentado	Poco trascendente	Alto	Casi - permanente	Prevenible
8	PB-06	Contaminación del suelo a causa de la disposición irresponsable de los residuos de la construcción	Viabilidad Bioquímica del Suelo	Reglamentado	Significativo	Moderado	Casi - permanente	Prevenible
9	PB-05	Manejo de lubricantes y sus residuos durante las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada usada en la construcción	Viabilidad Bioquímica del Suelo	Reglamentado	Significativo	Alto	Temporal	Prevenible
10	C-21	Explotación de banco de materiales	Grado de erosión	Negativo	Significativo	Alto	Permanente	Prevenible
11	E-03	Emisión de ruido durante la construcción	Ruido	Reglamentado	Significativo	Alto	Temporal	Mitigable
12	G-08	Aumento de ingreso del sector público por concepto de la inversión en el proyecto	Ingresos del Gobierno	Positivo	Significativo	Moderado	Permanente	
13	G-10	Derrama económica a través de sueldos, contratos y adquisiciones por la construcción del Acueducto	Estabilidad Económica	Positivo	Significativo	Alto	Temporal	

Núm	C.I.	Nombre	Atributo	Carácter	Importancia	Magnitud	Temporalidad	Corregibilidad
14	C-11	Generación de residuos de oficina	Viabilidad Bioquímica del Suelo	Reglamentado	Significativo	Alta	Permanente	Mitigable
15	C-22	Cambio de uso de suelo	Uso del Suelo	Reglamentado	Absoluto	Alto	Permanente	Compensable
16	C-23	Eliminación de la cobertura vegetal poniendo al suelo en riesgo de erosión al construir el acueducto	Grado de erosión	Negativo	Significativo	Alto	Temporal	Mitigable
17	B-13	Descarga de agua residual utilizada en las pruebas hidrostáticas del acueducto	Calidad del agua	Reglamentado	Absoluto	Alto	Temporal	Prevenible
18	B-14	Generación de lodo por actividades de tuneleo	Calidad del agua	Reglamentado	Absoluto	Alto	Perdurable	Prevenible
19	F-04	Disponibilidad de agua potable	Servicios Públicos	Positivo	Significativo	Muy alto	Permanente	
20	G-04	La nueva disponibilidad de agua potable brinda una estabilidad económica y posibilidad de crecimiento a la región	Estabilidad Económica	Positivo	Significativo	Alto	Casi-Permanente	
21	G-05	Aumento de ingreso del sector público por concepto de impuestos compra/venta de agua generada por la planta desaladora.	Ingresos del Gobierno	Positivo	Significativo	Alto	Permanente	
22	F-06	La disponibilidad del agua garantiza el bienestar social de la región.	Bienestar Social	Positivo	Significativo	Alto	Permanente	
23	PB-30	Nueva disponibilidad de agua Potable	Disponibilidad de recursos	Positivo	Absoluto	Muy alto	Permanente	

### V.3 Estimación de los cambios generados en el sistema ambiental

A continuación se presentan las descripciones completas de los impactos identificados. Se agrega en cada caso la causa que origina al impacto, y el efecto o descripción ampliada del impacto.

<i>Número</i>	1
<i>Nombre</i>	A-16 Emisión de PST al realizar actividades de transporte de materiales, personal, etc., por caminos de terracería durante la construcción
<i>Actividades</i>	2.02.01 Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02 Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04 Colocación de la tubería 2.02.06 Encofrado 2.02.09 pavimentación con asfalto 2.02.14 Cimentación
<i>Atributo</i>	Calidad del aire
<i>Causa</i>	Transito constante de vehículos empleados por diversas actividades de la construcción sobre caminos de terracería
<i>Efecto</i>	Se produce emisión de PST, impactando así la calidad del aire en la zona circunvecina a los sitios del proyecto
<i>Carácter</i>	Negativo
<i>Importancia</i>	Poco trascendente
<i>Magnitud</i>	Leve
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	Mitigable
<i>Número</i>	2
<i>Nombre</i>	A-17 Emisión de PST durante la realización de actividades de movimiento de tierra y de las áreas de almacén de material terrígeno
<i>Actividades</i>	2.01.01 Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01 Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02 Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.07 Relleno y compactación 2.02.08 Conformación de la capa orgánica 2.02.11 perforación del túnel piloto 2.02.12 Ensanchamiento del túnel piloto

	2.02.14 Cimentación
<i>Atributo</i>	Calidad del aire
<i>Causa</i>	La construcción del acueducto implica realizar diferentes tareas que involucrarán el movimiento de tierra como excavaciones, nivelaciones y rellenos. Al realizar estas tareas es inevitable la emisión de PST, lo cual puede aumentar en proporción inversa a la humedad del material y directa en función de la velocidad del viento. Adicionalmente es preciso almacenar temporalmente el material en pilas que pueden ser impactadas por el viento.
<i>Efecto</i>	Se produce emisión de PST, impactando así la calidad del aire en la zona circunvecina
<i>Carácter</i>	Negativo
<i>Importancia</i>	Intrascendente
<i>Magnitud</i>	Leve
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	Mitigable
<i>Número</i>	3
<i>Nombre</i>	A-18 Emisión de gases de combustión por el uso de maquinaria pesada y el equipo de transporte que consume diésel
<i>Actividades</i>	2.02.01 Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02 Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04 Colocación de la tubería 2.02.06 Encofrado 2.02.07 Relleno y compactación 2.02.08 Conformación de la capa orgánica 2.02.09 pavimentación con asfalto 2.02.10 Ubicación del equipo de perforación 2.02.11 perforación del túnel piloto 2.02.12 Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.13 Instalación de la tubería 2.02.14 Cimentación 2.02.15 Instalación electromecánica 2.02.16 Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería
<i>Atributo</i>	Calidad del aire
<i>Causa</i>	Muchas actividades de la construcción hacen uso de maquinaria pesada con motores de combustión de diesel, la operación de estos motores produce emisiones contaminantes de gases de combustión a una tasa influida por el estado del mantenimiento de la maquinaria

<i>Efecto</i>	Emisión de gases de combustión contaminantes (PST, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> )
<i>Carácter</i>	Negativo
<i>Importancia</i>	Intrascendente
<i>Magnitud</i>	Leve
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	Mitigable
<i>Número</i>	4
<i>Nombre</i>	A-15 Contribución al cambio climático
<i>Actividades</i>	3.00.00 Etapa de operación
<i>Atributo</i>	Calidad del aire
<i>Causa</i>	<p>La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de las bombas del acueducto dará origen a un incremento significativo en la demanda de generación de electricidad lo que resultará en un aumento al volumen de emisión de Bióxido de carbono que es actualmente producido para la generación de electricidad.</p> <p>Siendo actualmente ampliamente aceptado que el incremento en las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera, entre las cuales el bióxido de carbono ocupa un papel principal, causa de aceleramiento en los procesos de cambio climático global. Por lo tanto, el incremento esperado de la tasa de emisión de bióxido de carbón, se considera que contribuirá al aumento de su concentración en la atmosfera y por lo tanto al cambio climático.</p>
<i>Efecto</i>	Se ha concluido que es altamente probable que el aumento en la emisión de bióxido de carbono de origen antropogénico es un factor significativo que contribuye al aceleramiento de la alteración del clima global, aumentando el riesgo de inundaciones y sequías, e incluso provocando el calentamiento acelerado del planeta con un sinnúmero de consecuencias a la viabilidad de la biota.
<i>Carácter</i>	Negativo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Leve
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	Temporal
<i>Número</i>	5
<i>Nombre</i>	B-11 Preservación de acuíferos regionales
<i>Actividades</i>	3.00.00 Etapa de operación
<i>Atributo</i>	Rendimiento de acuíferos
<i>Causa</i>	Este proyecto hará disponible nuevos volúmenes de agua potable

<i>Efecto</i>	La nueva disponibilidad de agua reducirá la necesidad de explotación de los acuíferos regionales, actualmente afectados gravemente por la demanda
<i>Carácter</i>	Positivo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Casi - permanente
<i>Corregibilidad</i>	
<i>Número</i>	6
<i>Nombre</i>	B-12 Cambio de las condiciones de flujo de las aguas superficiales por causa de las actividades de construcción.
<i>Actividades</i>	2.02.02 Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo
<i>Atributo</i>	Condiciones de flujo
<i>Causa</i>	Las actividades de excavaciones para cumplir las especificaciones del proyecto, pueden causar modificaciones a los patrones de escorrentía del agua superficial en las zonas aledañas al proyecto.
<i>Efecto</i>	El bloqueo o desvío del flujo de las escorrentías pluviales puede tener consecuencias muy negativas como erosión de la capa orgánica, e inundaciones a propiedades de terceros.
<i>Carácter</i>	Negativo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	Prevenible
<i>Número</i>	7
<i>Nombre</i>	B-15 Contaminación por la descarga al medio, del agua residual generada por los servicios sanitarios a los trabajadores durante la construcción
<i>Actividades</i>	2.03.02 Instalación de campamentos
<i>Atributo</i>	Calidad del agua
<i>Causa</i>	Los trabajadores durante la construcción requerirán de servicios sanitarios
<i>Efecto</i>	La descarga sin control del agua residual es causa de contaminación del agua y del subsuelo
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Poco trascendente

<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Casi - permanente
<i>Corregibilidad</i>	Prevenible
<i>Número</i>	8
<i>Nombre</i>	PB-06 Contaminación del suelo a causa de la disposición irresponsable de los residuos de la construcción
<i>Actividades</i>	2.00.00 Etapa de Desarrollo
<i>Atributo</i>	Viabilidad Bioquímica del Suelo
<i>Causa</i>	Los trabajadores, la maquinaria y las operaciones de la construcción generan una amplia variedad de residuos como papel, cartón, plástico, madera, metal, etc., que de no ser manejados responsablemente pueden quedar regados en la zona de la construcción.
<i>Efecto</i>	La disposición inadecuada de residuos contaminan el suelo dando lugar a la pérdida de sus capacidades bioquímicas
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Moderado
<i>Temporalidad</i>	Casi - permanente
<i>Corregibilidad</i>	Prevenible
<i>Número</i>	9
<i>Nombre</i>	PB-05 Manejo de lubricantes y sus residuos durante las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada usada en la construcción
<i>Actividades</i>	2.03.01 Gen., manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera
<i>Atributo</i>	Viabilidad Bioquímica del Suelo
<i>Causa</i>	Las actividades de mantenimiento de la maquinaria pesada que se realizan en los mismos sitios de construcción, implican el reemplazo frecuente de lubricantes y otros hidrocarburos, generando volúmenes significativos de hidrocarburos residuales que deben ser manejados responsablemente para evitar la contaminación del suelo
<i>Efecto</i>	La disposición inadecuada de aceites lubricantes y otros hidrocarburos residuales, es una importante causa de contaminación del suelo y del manto freático
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Temporal

<i>Corregibilidad</i>	Prevenible
<i>Número</i>	10
<i>Nombre</i>	C-21 Explotación de banco de materiales
<i>Actividades</i>	2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo
<i>Atributo</i>	Grado de erosión
<i>Causa</i>	Las construcción del acueducto hará necesario el aprovechamiento de material de banco
<i>Efecto</i>	Explotar un terreno inapropiado como banco de materiales o realizarlo sin la aplicación de las medidas adecuadas da lugar a procesos erosionantes que podrían tener un efecto costoso a la misma propiedad o en terrenos corriente abajo
<i>Carácter</i>	Negativo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	Prevenible
<i>Número</i>	11
<i>Nombre</i>	E-03 Emisión de ruido durante la construcción
<i>Actividades</i>	2.01.01 Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01 Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02 Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03 Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04 Colocación de la tubería 2.02.06 Encofrado 2.02.07 Relleno y compactación 2.02.08 Conformación de la capa orgánica 2.02.09 pavimentación con asfalto 2.02.10 Ubicación del equipo de perforación 2.02.11 perforación del túnel piloto 2.02.12 Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.13 Instalación de la tubería 2.02.14 Cimentación 2.02.15 Instalación electromecánica 2.02.16 Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería

<i>Atributo</i>	Ruido
<i>Causa</i>	La maquinaria de construcción y los vehículos de transporte emitirán ruido
<i>Efecto</i>	El ruido emitido por la maquinaria y el equipo de transporte causará un impacto en las zonas circunvecina al área de la construcción.
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	Mitigable
<i>Número</i>	12
<i>Nombre</i>	G-08 Aumento de ingreso del sector público por concepto de la inversión en el proyecto
<i>Actividades</i>	2.00.00 Etapa de Desarrollo
<i>Atributo</i>	Ingresos del Gobierno
<i>Causa</i>	El desarrollo será financiado con recursos privados causando la derrama de recursos entre contratistas, salarios, consumos, etc., será motivo de incremento en la recaudación de impuestos
<i>Efecto</i>	El incremento en la recaudación de impuestos hace al gobierno más capaz de atender las demandas de atención a los servicios públicos
<i>Carácter</i>	Positivo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Moderado
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	0
<i>Número</i>	13
<i>Nombre</i>	G-10 Derrama económica a través de sueldos, contratos y adquisiciones por la construcción del Acueducto
<i>Actividades</i>	2.00.00 Etapa de Desarrollo
<i>Atributo</i>	Estabilidad Económica
<i>Causa</i>	Para la construcción del acueducto se requiere de un número de contratistas y subcontratistas, y estos a su vez de suficientes trabajadores, materiales y maquinaria. Todo lo anterior producirá una derrama económica en la economía de la región, la cual a su vez podrá dar origen a un círculo virtuoso, generando en cada vuelta, nuevas oportunidades para impactar a bienestar personal y social.
<i>Efecto</i>	La derrama económica derivada de la construcción del acueducto traerá la generación

	de empleos bien remunerados a través de las empresas contratistas que se encarguen de realizar la obra. Adicionalmente, ocurrirá una derrama en una cantidad significativa de empresas locales que presten servicios o provean artículos demandados por las constructoras a cargo del proyecto.
<i>Carácter</i>	Positivo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	
<i>Número</i>	14
<i>Nombre</i>	C-11 Generación de residuos de oficina
<i>Actividades</i>	2.03.02 Instalación de campamentos
<i>Atributo</i>	Viabilidad Bioquímica del Suelo
<i>Causa</i>	Las actividades de oficina generan como residuo: papel, plástico, cartón entre otros.
<i>Efecto</i>	El manejo inapropiado de los residuos de oficina en los campamentos de obra (frentes de obra) sería motivo de contaminación.
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alta
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	Mitigable
<i>Número</i>	15
<i>Nombre</i>	C-22 Cambio de uso de suelo
<i>Actividades</i>	1.00.00 Etapa de Ingeniería
<i>Atributo</i>	Uso del Suelo
<i>Causa</i>	La selección del trazo del acueducto podría ser motivo de cambios del uso del suelo.
<i>Efecto</i>	Los cambios de uso de suelo pueden detonar una variedad de impactos secundarios en múltiples aspectos del medio.
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Absoluto
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	Compensable

<i>Número</i>	16
<i>Nombre</i>	C-23 Eliminación de la cobertura vegetal poniendo al suelo en riesgo de erosión al construir el acueducto
<i>Actividades</i>	2.02.07 Relleno y compactación
<i>Atributo</i>	Grado de erosión
<i>Causa</i>	Es común en el desarrollo de obras de infraestructura hidráulica, que se considere que restablecer la cobertura vegetal del suelo se considere como una tarea de poca importancia, de carácter netamente estético.
<i>Efecto</i>	Es generalmente aceptado que el servicio ambiental más importante que brinda la cobertura vegetal, es la protección del suelo contra los efectos erosivos de la lluvia y el viento. Un suelo que ha perdido su cobertura vegetal está expuesto a ser lavado por una tormenta fuerte. Los procesos de formación de suelo suelen ser muy largos por lo que la pérdida del suelo puede ser definitiva en una zona en proceso de desertificación.
<i>Carácter</i>	Negativo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	Mitigable
<i>Número</i>	17
<i>Nombre</i>	B-13 Descarga de agua residual utilizada en las pruebas hidrostáticas del acueducto
<i>Actividades</i>	2.02.16 Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería
<i>Atributo</i>	Calidad del agua
<i>Causa</i>	El agua utilizada para verificar la integridad física de la tubería del acueducto y su hermeticidad podría descargarse al medio acompañada de contaminantes.
<i>Efecto</i>	La calidad del agua de los cuerpos receptores es afectada cuando se descargan en estas aguas residuales contaminadas.
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Absoluto
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Temporal
<i>Corregibilidad</i>	Prevenible
<i>Número</i>	18
<i>Nombre</i>	B-14 Generación de lodo por actividades de tuneléo

<i>Actividades</i>	2.02.11 perforación del túnel piloto
	2.02.12 Ensanchamiento del túnel piloto
<i>Atributo</i>	Calidad del agua
<i>Causa</i>	Para la perforación del túnel piloto y su ensanchamiento se utilizara agua, la cual en contacto con el material perforado generara cantidades considerables de lodo el cual se convertirá en una corriente residual que deberá ser dispuesta en el medio.
<i>Efecto</i>	Dependiendo del manejo que se dé al lodo, podrá resultar que sea motivo de afectación a la calidad del agua, alteración a los patrones de flujo, o daños en las propiedades de terceros.
<i>Carácter</i>	Reglamentado
<i>Importancia</i>	Absoluto
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Perdurable
<i>Corregibilidad</i>	Prevenible
<i>Número</i>	19
<i>Nombre</i>	F-04 Disponibilidad de agua potable
<i>Actividades</i>	3.00.00 Etapa de operación
<i>Atributo</i>	Servicios Públicos
<i>Causa</i>	El acueducto aumentará sustancialmente el volumen de agua potable disponible para la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT).
<i>Efecto</i>	El incremento sustancial del volumen de agua potable disponible para la CESPT le hará mucho más capaz de atender las necesidades de la población, incrementando su ingreso y con ello haciéndole más capaz de realizar las inversiones para atender la creciente demanda.
<i>Carácter</i>	Positivo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Muy alto
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	0
<i>Número</i>	20
<i>Nombre</i>	G-04 La nueva disponibilidad de agua potable brinda una estabilidad económica y posibilidad de crecimiento a la región
<i>Actividades</i>	3.00.00 Etapa de operación
<i>Atributo</i>	Estabilidad Económica
<i>Causa</i>	Este proyecto agregará una considerable cantidad de agua potable que estará

	disponible para la región de Tijuana
<i>Efecto</i>	Considerando que la región de Tijuana enfrenta una escases crítica de agua que ha limitado la posibilidad de crecimiento, la nueva disponibilidad de agua potable que promete hacer posible este proyecto, dará lugar a un importante efecto en la estabilidad económica ya que hará posible que se continúe con el crecimiento industrial, comercial y habitacional.
<i>Carácter</i>	Positivo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Casi-Permanente
<i>Corregibilidad</i>	0
<i>Número</i>	21
<i>Nombre</i>	G-05 Aumento de ingreso del sector público por concepto de impuestos compra/venta de agua generada por la planta desaladora.
<i>Actividades</i>	3.00.00 Etapa de operación
<i>Atributo</i>	Ingresos del Gobierno
<i>Causa</i>	Ingresos económicos gubernamentales como consecuencia del pago de impuestos por la compra/venta de agua.
<i>Efecto</i>	
<i>Carácter</i>	Positivo
<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	0
<i>Número</i>	22
<i>Nombre</i>	F-06 La disponibilidad del agua garantiza el bienestar social de la región.
<i>Actividades</i>	3.00.00 Etapa de operación
<i>Atributo</i>	Bienestar Social
<i>Causa</i>	La competencia por el agua limita el bienestar y desarrollo económico social de la población.
<i>Efecto</i>	La poca disponibilidad del recurso aunadas a las bajas eficiencias en el uso del agua y el crecimiento poblacional ocasionan que sean insuficientes las fuentes de abastecimiento. Con la disponibilidad del agua potable que será transportada por el acueducto se verá enormemente favorecida la región.
<i>Carácter</i>	Positivo

<i>Importancia</i>	Significativo
<i>Magnitud</i>	Alto
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	
<i>Número</i>	23
<i>Nombre</i>	PB-30 Nueva disponibilidad de agua Potable
<i>Actividades</i>	3.00.00 Etapa de operación
<i>Atributo</i>	Disponibilidad de recursos
<i>Causa</i>	La operación de la planta desaladora hará disponible hasta 4.4 m <sup>3</sup> /s de agua potable para uso público e industrial. El acueducto conducirá el agua desde la planta desaladora hasta la planta de tratamiento El Florido de la CESPT en Tijuana B.C.
<i>Efecto</i>	<p>Prácticamente, bajo cualquier enfoque, la limitante más significativa para el desarrollo regional, es la disponibilidad de agua. Existen condiciones propicias para el desarrollo industrial y con ello la creación de fuentes de trabajo, pero tanto la fundación de parques industriales, como el desarrollo de proyectos, requiere de la disponibilidad de agua potable.</p> <p>Incluso para la explotación agropecuaria, la región tiene como limitante la disponibilidad de agua.</p> <p>Bajo este contexto, el volumen de agua que hará disponible este proyecto, plantea un beneficio extraordinariamente relevante para potencializar las posibilidades de desarrollo regional.</p>
<i>Carácter</i>	Positivo
<i>Importancia</i>	Absoluto
<i>Magnitud</i>	Muy alto
<i>Temporalidad</i>	Permanente
<i>Corregibilidad</i>	

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### VI.1 Medidas de Prevención y Mitigación Propuestas

A manera de índice y para facilitar el acceso a la información que se presenta en el resto de este capítulo, la Tabla VI. 1 presenta una breve descripción de las medidas de mitigación o prevención propuestas para cada uno de los impactos negativos identificados para el proyecto bajo estudio. En la tabla se incluye el número de impacto según la secuencia asignada en el capítulo anterior, de esta manera se puede acudir la información en esa tabla con la caracterización de los impactos y a la matriz del capítulo anterior.

**Tabla VI. 1, Medidas de Prevención y Mitigación Propuestas**

Núm	Actividades	Nombre	Medida
1	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04-Colocación de la tubería 2.02.06-Encofrado 2.02.09-pavimentacion con asfalto 2.02.14-Cimentacion	Emisión de PST al realizar actividades de transporte de materiales, personal, etc., por caminos de terracería durante la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remojar los caminos con agua reciclada</li> <li>• Mantener la circulación de los vehículos a baja velocidad.</li> <li>• Asegurar que el material transportado sea cubierto con lonas</li> </ul>
2	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.07-Relleno y compactación 2.02.08-Conformación de la capa orgánica 2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.14-Cimentacion	Emisión de PST durante la realización de actividades de movimiento de tierra y de las áreas de almacén de material terrígeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remojar pilas de material</li> <li>• Cubrir el material con lonas durante almacenamiento y transporte,</li> <li>• Suspender las actividades de manejo de materiales de terrígenos durante episodios de viento intenso</li> </ul>
3	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo 2.02.04-Colocación de la tubería 2.02.06-Encofrado 2.02.07-Relleno y compactación 2.02.08-Conformación de la capa orgánica 2.02.09-pavimentacion con asfalto 2.02.10-Ubicación del equipo de perforación	Emisión de gases de combustión por el uso de maquinaria pesada y el equipo de transporte que consume diésel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar mantenimiento a la maquinaria y utilizar tecnologías que hagan más eficiente la combustión, a manera de minimizar la emisión de gases contaminantes y disminuir el consumo de diesel</li> </ul>

Núm	Actividades	Nombre	Medida
	2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.13-Instalación de la tubería 2.02.14-Cimentacion 2.02.15-Instalacion electromecánica 2.02.16-Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería		
4	3.00.00-Etapa de operación	Contribución al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar la demanda de energía eléctrica mediante la especificación de equipo de bombeo eficiente asegurando su mantenimiento adecuado</li> </ul>
6	2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo	Cambio de las condiciones de flujo de las aguas superficiales por causa de las actividades de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrar a la ingeniería del acueducto, el análisis hidráulico de las escorrentías para asegurar que los contratistas realicen el proyecto a manera de asegurar que bajo los efectos de las lluvias no se tendrán consecuencias indeseables debido al bloqueo de escurrimientos de agua naturales.</li> <li>Integrar en la supervisión de obra la revisión continua de este aspecto, particularmente durante la etapa de lluvias.</li> </ul>
7	2.03.02-Instalacion de campamentos	Contaminación por la descarga al medio, del agua residual generada por los servicios sanitarios a los trabajadores durante la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratar la instalación de retretes y los servicios de mantenimiento para los mismos a una empresa que garantice un manejo profesional</li> </ul>
8	2.00.00-Etapa de Desarrollo	Contaminación del suelo a causa de la disposición irresponsable de los residuos de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar los volúmenes de generación</li> <li>Segregar los residuos por tipo de material</li> <li>Acumular el residuo por corriente hasta producir los volúmenes de acopio adecuado</li> <li>Identificar alternativas de reaprovechamiento o lugares de acopio</li> <li>Disponer de los residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido en la reglamentación</li> </ul>
9	2.03.01-Gen., manejo y disp. de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	Manejo de lubricantes y sus residuos durante las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada usada en la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar el correcto manejo de los residuos de hidrocarburos residuales que se generen del mantenimiento de la maquinaria pesada</li> </ul>
10	2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo	Explotación de banco de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usar únicamente bancos de material plenamente autorizados</li> </ul>
11	2.01.01-Remoción y manejo de la capa orgánica 2.02.01-Demolición, levantamiento y disposición de asfalto 2.02.02-Cortes, excavaciones y disposición del material sobrante 2.02.03-Aprovecho y acarreo de material para la base de apoyo	Emisión de ruido durante la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitar el ruido al turno diurno</li> </ul>

Núm	Actividades	Nombre	Medida
	2.02.04-Colocación de la tubería 2.02.06-Encofrado 2.02.07-Relleno y compactación 2.02.08-Conformación de la capa orgánica 2.02.09-pavimentacion con asfalto 2.02.10-Ubicación del equipo de perforación 2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto 2.02.13-Instalación de la tubería 2.02.14-Cimentacion 2.02.15-Instalacion electromecánica 2.02.16-Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería		
14	2.03.02-Instalacion de campamentos	Generación de residuos de oficina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segregación, reciclaje y reaprovechamiento</li> </ul>
15	1.00.00-Etapa de Ingeniería	La selección del trazo del acueducto podría ser motivo de cambios del uso del suelo	<p>Realizar la selección del trazo de manera que no sea necesario causar un cambio en el uso de suelo.</p> <p>Esta condición puede ser lograda partiendo de la base que se trata de un proyecto subterráneo que durante su etapa de operación tendrá una presencia imperceptible fuera del efecto que el transporte del agua para las zonas beneficiadas implicará.</p> <p>Para asegurar que no ocurra el cambio de uso de suelo se deberá realizar este proyecto atendiendo a los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar los derechos de vía de otros proyectos de infraestructura lineal como son: gasoductos, líneas de transmisión eléctrica, vialidades.</li> <li>• Evitar que el trazo use superficies con vegetación natural, y en caso de que esto sea inevitable en algún punto, implementar la rehabilitación del suelo y la vegetación concluida la construcción para que el uso de suelo continúe siendo el mismo.</li> </ul>
16	2.02.07-Relleno y compactación	Eliminación de la cobertura vegetal poniendo al suelo en riesgo de erosión al construir el acueducto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar, registrar e implementa un Programa de Conservación de la Capa Orgánica del Suelo Protección y Reforestación de Zonas Desmontadas que tenga por objeto, establecer las acciones y controles que se deberán realizar para lograr el nivel deseado (y acordado con la autoridad) de protección al suelo contra la erosión pluvial y eólica, por medio de aplicar las medidas conducentes para la preservación de la capa orgánica del suelo, y el restablecimiento de la capa orgánica.</li> <li>• Los contratistas deberán contar con un responsable de este aspecto,</li> </ul>

Núm	Actividades	Nombre	Medida
			especializado en la administración de recursos naturales
17	2.02.16-Prueba de hermeticidad e integridad física de la tubería	Descarga de agua residual utilizada en las pruebas hidrostáticas del acueducto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La descarga debe sujetarse a las especificaciones establecidas en la NOM-002-SEMARNAT-1996, la cual establece los límites a los que están sujetas las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje municipal</li> </ul>
18	2.02.11-perforación del túnel piloto 2.02.12-Ensanchamiento del túnel piloto	Generación de lodo por actividades de tuneléo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberán formular programas específicos para el manejo y disposición del lodo que se vaya a producir en cada uno de los puntos en que se construya por tuneleo.</li> <li>• Se deberá integrar un procedimiento de autorización particular para realizar el manejo de los lodos de perforación de manera que exista una clara responsabilidad de quien autoriza estas funciones.</li> <li>• A quien toque realizar la autorización de estas tareas le será de suma importancia asegurar que el manejo que se le dará al lodo no ocasionará violación a la normatividad relativa al descarga de aguas residuales y manejo de residuos y que no se provocarán daños a los vecinos ni afectaciones ambientales.</li> <li>• El lodo generado deberá ser dispuesto en sitios autorizados.</li> <li>• Se deberán utilizar bitácoras donde se incluyan los datos del responsable de la perforación, características del lodo y lugar de descarga.</li> </ul>

## VI.2 Estrategias para la Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales

En este apartado se presentan en forma detallada, las descripciones de las medidas de prevención y mitigación de impactos propuestas. Adicionalmente, estas han sido agrupadas para presentarse a través de cuatro conjuntos o programas o estrategias para el manejo ambiental del proyecto. Estas estrategias son:

- a) **El Programa de Protección Ambiental para la Etapa de Desarrollo**
- b) **Programa de Conservación de la Capa Orgánica del Suelo**
- c) **Programa de Mantenimiento para Vehículos y Maquinaria de Contratistas**
- d) **Programa de Protección a la Fauna y Flora Silvestre**

A continuación se describen las medidas de prevención y mitigación específicas para cada impacto identificado para esta etapa del proyecto.

<i>Número</i>	1
<i>Nombre</i>	A-16 Emisión de PST durante la actividades transporte de materiales y equipo a la construcción
<i>Medida</i>	<p>En los caminos de terracería a través de los que deban circular con frecuencia vehículos del proyecto que se ubiquen cerca de asentamientos humanos u otro tipo de instalaciones que puedan resultar particularmente afectadas por la contaminación atmosférica con polvo, se deberán implementar las siguientes medidas para mitigar la emisión de polvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remojar los caminos con agua reciclada</li> <li>• Mantener la circulación de los vehículos a baja velocidad</li> </ul> <p>Adicionalmente, los vehículos que transporten material terrígeno, deberán hacerlo asegurando que el material esté cubierto con lonas para evitar su dispersión</p>
<i>Tipo</i>	Mitigable
<i>Número</i>	2
<i>Nombre</i>	A-17 Emisión de PST durante la actividades de movimiento, y almacén de material terrígeno
<i>Medida</i>	<p>En los sitios donde se acumule y almacene temporalmente material terrígeno, que se ubiquen cerca de asentamientos humanos u otro tipo de instalaciones que puedan resultar particularmente afectadas por la contaminación atmosférica con polvo, se deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remojar las pilas de material para dificultar el que el polvo pueda ser soplado por el viento</li> <li>• Cubrir el material con lonas durante eventos de viento intenso</li> <li>• Suspender las actividades de manejo de materiales de terrígenos durante episodios de viento intenso</li> </ul> <p>La supervisión ambiental del proyecto deberá realizar las acciones que resulten necesarias para asegurar el seguimiento de esta medida</p>
<i>Tipo</i>	Mitigable

<i>Número</i>	3
<i>Nombre</i>	A-18 Emisión de contaminantes por uso de maquinaria pesada que consume diesel
<i>Medida</i>	<p>Los contratistas que participen en el proyecto con maquinaria pesada y vehículos para el movimiento de materiales, deberán contar un programa de mantenimiento para su equipo, el cual debe haber sido formulado bajo las especificaciones técnicas que recomiendan los fabricantes de estos equipos.</p> <p>El programa de mantenimiento deberá contar con las especificaciones relativas a:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los tipos de mantenimiento preventivo a que se debe sujetar la maquinaria</li><li>• La frecuencia o periodicidad con la que cada uno de estos tipos de mantenimiento se debe realizar.</li><li>• Las especificaciones de cada uno de estos tipos de mantenimiento.</li></ul> <p>El programa deberá además establecer el formato que deberá tomar la bitácora de mantenimiento del equipo, y la forma en la que el encargado del mantenimiento deberá realizar las anotaciones respectivas cuando realice estos mantenimientos.</p> <p>El programa deberá contar con las especificaciones que establezcan los niveles máximos de emisión de gases de combustión y ruido que el equipo puede emitir cuando esté operando dentro de especificaciones.</p> <p>La supervisión ambiental para la construcción del proyecto, confirmará que los equipos reciban el mantenimiento establecido en el manual, que cumplan con las especificaciones que estén asentadas en su programa y que las bitácoras confirmen que el equipo ha recibido el mantenimiento necesario.</p> <p>Además, los contratistas deberán mostrar al menos su intención de utilizar tecnologías que hagan más eficiente la combustión, a manera de minimizar la emisión de gases contaminantes y disminuir el consumo de diesel</p>
<i>Tipo</i>	Mitigable
<i>Número</i>	4
<i>Nombre</i>	A-15 Contribución al cambio climático
<i>Medida</i>	Minimizar la demanda de energía eléctrica mediante la especificación de equipo de bombeo eficiente asegurando su mantenimiento adecuado.
<i>Tipo</i>	Mitigación
<i>Número</i>	6
<i>Nombre</i>	B-12 Cambio de las condiciones de flujo por las actividades de construcción.

<i>Medida</i>	<p>El área responsable de la ingeniería del Acueducto, deberá elaborar una serie de especificaciones con las medidas técnicas que deberán implementar los contratistas al realizar las tareas de excavación y relleno de la zanja para la introducción del Acueducto.</p> <p>Estas especificaciones deberán ser particulares a las diferentes topografías y naturalezas de los suelos que se encuentran en el trayecto, y de esta forma lograr la protección más efectiva que permita proteger al suelo de la erosión hidráulica.</p>
<i>Tipo</i>	Prevenible
<i>Número</i>	7
<i>Nombre</i>	B-15 Contaminación por la descarga al medio, del agua residual generada por los servicios sanitarios a los trabajadores durante la construcción
<i>Medida</i>	<p>El supervisor de contratistas deberá analizar las condiciones y ubicación de los puntos de trabajo, y en función de esto y del número de trabajadores, determinar cuál es la disposición y cantidad de retretes portátiles o baños adecuada para sus necesidades.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los servicios que disponga deberán de habilitarse con instalaciones que permitan la concentración de los desechos sin que estos sean emitidos al medio.</li><li>• Deberá contratar los servicios o contar con la capacidad para coleccionar los desechos y transportarlos a un punto de descarga autorizado donde sean procesados y descargados bajo un permiso vigente.</li></ul>
<i>Tipo</i>	Prevenible
<i>Número</i>	8
<i>Nombre</i>	PB-06 Contaminación del suelo a causa de la disposición irresponsable de los residuos de la construcción
<i>Medida</i>	<p>Cada Contratista deberá realizar un estudio para analizar y establecer los mejores mecanismos para el manejo y disposición de sus residuos. Esto implica determinar si existen posibilidades de reutilización, o reciclaje, y las condiciones que estas posibilidades establecen.</p> <p>En función de las mejores posibilidades de manejo, el contratista formulará las especificaciones para el manejo de sus residuos en la obra, las cuales deberán al menos garantizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Asegurar que no quedará ningún volumen de residuo en los sitios de trabajo una vez que la obra haya concluido.</li><li>• Asegurar que en ningún momento los residuos sean un riesgo o un impedimento para el libre desarrollo de las actividades del medio natural, excepto en las áreas claramente determinadas para el manejo de los materiales y residuos.</li><li>• Que los residuos sean segregados en su origen, aumentando con ello la posibilidad</li></ul>

<i>Tipo</i>	<p>de reaprovechamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar los volúmenes de generación</li> <li>• Acumular los residuo por corriente hasta producir los volúmenes de acopio adecuado</li> </ul> <p>Disponer de los residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido en la reglamentación</p>
<i>Número</i>	9
<i>Nombre</i>	PB-05 Manejo de lubricantes y sus residuos durante las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada usada en la construcción
<i>Medida</i>	<p>El contratista contará con los procedimientos y el entrenamiento necesario de su personal que le permita manejar sus residuos de hidrocarburos (aceites y lubricantes) en estricta conformación con lo establecido en las leyes y los reglamentos.</p> <p>Esto implica que se deberá contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenedores adecuado e identificados conforme a la normatividad</li> <li>• El personal a cargo de su manejo deberá usar el equipo de protección personal adecuado</li> <li>• Las áreas en que se manejen estos residuos, en particular, los sitios en los que se practique el mantenimiento de la maquinaria, deberán contar con medios para evitar que los hidrocarburos lleguen al suelo natural.</li> <li>• Áreas para su almacenamiento que cumplan con las especificaciones establecidas en la normatividad.</li> <li>• Contratos con las empresas prestadoras de servicios para el manejo de estos residuos</li> <li>• Además, los Contratistas deberán contar con medios suficientes para atender derrames accidentales en los sitios en los que se manejen estos materiales.</li> </ul>
<i>Tipo</i>	<p>El responsable del proyecto deberá establecer los mecanismos contractuales, económicos y legales para que los Contratistas puedan ser directamente responsabilizados de cubrir los costos por los servicios de remediación y limpieza que resulten necesarios a partir de derrames de hidrocarburos en los sitios del proyecto.</p> <p>El Responsable de Protección Ambiental del Proyecto, deberá programar las vistas de supervisión y auditorías necesarias para asegurar el cumplimiento de esta</p>
<i>Número</i>	10
<i>Nombre</i>	C-21 Explotación de banco de materiales
<i>Medida</i>	Usar únicamente bancos de material plenamente autorizados
<i>Tipo</i>	Prevenible

<i>Número</i>	11
<i>Nombre</i>	E-03 Emisión de ruido durante la construcción
<i>Medida</i>	<p>Estará prohibido realizar cualquier tipo de tarea en las etapas de preparación del terreno y construcción después de que caiga el sol o antes de que amanezca, y la emisión de ruido, medida en el límite del predio asignado, nunca debe de exceder de 68 dB.</p> <p>Estas especificaciones deberán integrarse en el Programa de Protección Ambiental el cual deberá contemplar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Su consideración en la etapa de licitación,</li><li>• Su incorporación en los contratos de obra,</li><li>• La incorporación en los contratos de un seguro de responsabilidad por daños ambientales,</li><li>• Implementación de un sistema de administración ambiental documentado,</li></ul> <p>Un programa de auditorías ambientales con efectos directos en la autorización de estimaciones de avance de obra</p>
<i>Tipo</i>	Mitigable

<i>Número</i>	14
<i>Nombre</i>	C-11 Generación de residuos de oficina
<i>Medida</i>	<p>Los residuos de oficina (papel, cartón, vidrio, plástico, orgánicos) se deben disponer en un espacio cerrado destinado a almacenarlos selectivamente, manteniendo las condiciones de higiene y limpieza adecuadas. Se deberán implementar estrategias de reciclaje y reaprovechamiento. Los residuos generados deberán enviarse al basurero municipal.</p>
<i>Tipo</i>	Prevenible

<i>Número</i>	15
<i>Nombre</i>	C-23 La selección del trazo del acueducto podría ser motivo de cambios del uso del suelo
<i>Medida</i>	<p>Realizar la selección del trazo de manera que no sea necesario causar un cambio en el uso de suelo.</p> <p>Esta condición puede ser lograda partiendo de la base que se trata de un proyecto subterráneo que durante su etapa de operación tendrá una presencia imperceptible fuera del efecto que el transporte del agua para las zonas beneficiadas implicará.</p> <p>Para asegurar que no ocurra el cambio de uso de suelo se deberá realizar este proyecto atendiendo a los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aprovechar los derechos de vía de otros proyectos de infraestructura lineal como</li></ul>

	<p>son: gasoductos, líneas de transmisión eléctrica, vialidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar que el trazo use superficies con vegetación natural, y en caso de que esto sea inevitable en algún punto, implementar la rehabilitación del suelo y la vegetación concluida la construcción para que el uso de suelo continúe siendo el mismo.</li> </ul> <p>NOTA: Este impacto fue determinado al tiempo en que se realizaba la selección del trazo del gasoducto, situación que hizo posible influir en el proceso de ingeniería con la medida de mitigación, resultando que esta medida ya fue aplicada y se previno que el proyecto diese lugar a cambios en el uso de suelo. Esta condición ya se presenta en el Capítulo II de esta MIA.</p>
<i>Tipo</i>	Mitigable
<i>Número</i>	16
<i>Nombre</i>	C-23 Eliminación de la cobertura vegetal poniendo al suelo en riesgo de erosión al construir el acueducto
<i>Medida</i>	<p>Elaborar, registrar e implementa un Programa de Conservación de la Capa Orgánica del Suelo que tenga por objeto, establecer las acciones y controles que se deberán realizar para lograr el nivel deseado (y acordado con la autoridad) de protección al suelo contra la erosión pluvial y eólica.</p> <p>Este programa establecerá las medidas conducentes para la preservación de la capa orgánica del suelo, y su restablecimiento una vez que se haya concluido con las tareas de construcción del Acueducto.</p> <p>Los contratistas deberán contar con un responsable a cargo de este aspecto, el cual deberá estar especializado en la administración de recursos naturales.</p>
<i>Medida</i>	<p>Las especificaciones de este programa serán como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El levantamiento y almacenamiento por separado de la capa orgánica del suelo,</li> <li>Asegurar la debida preservación del material durante la realización de la obra,</li> <li>Las medidas técnicas para la reposición de la capa orgánica al suelo</li> <li>Las medidas adicionales que deberán aplicarse para asegurar la capa orgánica restablecida, entra las cuales se considerará la instalación de biomallas de protección cuando así resulte recomendable.</li> <li>Las medidas para restablecer una cobertura vegetal</li> </ul>
<i>Tipo</i>	Mitigable
<i>Número</i>	17
<i>Nombre</i>	B-13 Descarga de agua residual utilizada en las pruebas hidrostáticas del acueducto
<i>Medida</i>	La descarga debe sujetarse a las especificaciones establecidas en la NOM-002-

<i>Tipo</i>	SEMARNAT-1996, la cual establece los límites a los que están sujetas las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje municipal Prevenible
<i>Número</i>	18
<i>Nombre</i>	B-14 Generación de lodo por actividades de tuneléo
<i>Medida</i>	El agua que se utilice en las actividades de perforación de los túneles deberá sujetarse a las especificaciones establecidas en la NOM-002-SEMARNAT-1996, la cual establece los límites a los que están sujetas las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje municipal. El lodo generado deberá ser dispuesto en sitios autorizados. Se deberán utilizar bitácoras donde se incluyan los datos del responsable de la perforación, características de la calidad del agua a utilizar y lugar de destino final.
<i>Tipo</i>	Prevenible

### VI.3 Estrategias de Medidas de Mitigación

La estrategia de protección del ambiente que se propone para realización de este proyecto se compone de la implementación de los siguientes programas:

#### **Programa de Protección Ambiental para la Etapa de Desarrollo (preparación del sitio y construcción)**

Se presenta a continuación al conjunto de medidas para prevenir o mitigar los impactos identificados para las etapas de preparación del sitio y la construcción, proponiendo como estrategia común para todos ellos, la formulación e implementación de un Programa de Protección Ambiental para la Etapa de desarrollo (PPAED). Este programa se compone de los siguientes tres componentes principales:

1. El primero tiene la finalidad de garantizar que las especificaciones establecidas para asegurar el comportamiento ambiental propuesto del proyecto, sean integradas a la ingeniería del proyecto ejecutivo y posteriormente desarrolladas debidamente al construir las instalaciones. Por lo tanto, se trata de un conjunto de actividades de supervisión e involucramiento con el grupo de ingeniería a cargo del diseño y configuración del acueducto y posteriormente con el grupo de ingenieros a cargo de la supervisión técnica de la construcción.
2. El segundo componente comprende al conjunto de procedimientos operativos y administrativos, concebidos para guiar las actividades relacionadas con la atención de los aspectos ambientales, de las empresas contratistas a cargo de las actividades de construcción e instalaciones del proyecto. El objetivo fundamental de este componente, será asegurar que estas empresas compartan con el promovente, la responsabilidad total en el cumplimiento que se deba dar a todas las obligaciones ambientales, a las que en el ámbito de sus compromisos contractuales se tenga lugar. Asimismo, estos procedimientos servirán de contexto para la realización de auditorías internas de cumplimiento.
3. La tercera parte del PPAED, comprende las especificaciones para la realización de auditorías ambientales durante esta etapa, lo que será el elemento esencial para asegurar que los diversos

participantes en esta etapa, lo hagan dando seguimiento puntual a las obligaciones ambientales del proyecto que en cada caso les correspondan.

- Este programa deberá redactarse inmediatamente después de que se cuente con la Resolución de Impacto Ambiental favorable para la realización del proyecto.
- En el programa se verterán todos y cada una de los siguientes elementos:
  - Conjunto de medidas de mitigación descritas en la MIA
  - Conjunto de condicionantes adicionales que la autoridad le haya establecido al proyecto
  - Cualquier condición o regla establecida en la legislación y normatividad ambiental que pudiera no haber sido trasladada a los dos puntos anteriores
- El programa establecerá con precisión las responsabilidades entre las partes por los compromisos ambientales y los mecanismos mediante los cuales se llevarán a efecto
- Se redactarán las especificaciones a que se deberá someter el contratista en términos de sus compromisos ambientales
- Se desarrollarán los procedimientos operativos, y los de supervisión y auditoría.
- El PPAEC entrará en operación a partir de la apertura de la licitación, indicando a los concursantes de las especificaciones de manejo ambiental a que quedarán sujetos en caso ganar el contrato de obra
- En la etapa de contratación, las especificaciones en el PPAEC serán trasladadas a condiciones contractuales, quedando de esta manera el contratista obligado a su cumplimiento. Para garantizar el cumplimiento de cualquier responsabilidad civil por este concepto, el contratista deberá presentar fianza de responsabilidad civil o seguro a favor del administrador del proyecto.
- En la etapa de construcción, el contratista se deberá de someter a los procesos de auditoría ambiental respectivos y corregir de inmediato cualquier desviación identificada a lo establecido en el PPAEC. En su defecto el contratista será castigado con el costo que tome la corrección por un tercero.
- En la clausura de la obra, el pago del finiquito de obra estará sujeto a la liberación de todos los compromisos ambientales que establezca el PPAEC al contratista.
- El PPAEC estará diseñado para tomar bajo su seguimiento a los otros programas de protección ambiental para la etapa de la construcción que deberán ser desempeñados por los contratistas, estos son:
  - Programa de Conservación de la Capa Orgánica del Suelo
  - Programa de Protección a la Fauna y Flora Silvestre
  - Programa de Mantenimiento para Vehículos y Maquinaria de Contratistas

#### **Programa de Conservación de la Capa Orgánica del Suelo**

- El levantamiento y almacenamiento por separado de la capa orgánica del suelo,
- Asegurar la debida preservación del material durante la realización de la obra,
- Las medidas técnicas para la reposición de la capa orgánica al suelo

- Las medidas adicionales que deberán aplicarse para asegurar la capa orgánica restablecida, entre las cuales se considerará la instalación de biomallas de protección cuando así resulte recomendable.
- Las medidas para restablecer una cobertura vegetal
- Las acciones de seguimiento para proteger a la cobertura vegetal hasta el punto en que se pueda contar con su auto subsistencia

#### **Programa de Mantenimiento para Vehículos y Maquinaria de Contratistas**

- Debe estar autorizado o recomendado técnicamente por el fabricante.
- En el programa de mantenimiento deberá contar con las especificaciones relativas a:
  - Los tipos de mantenimiento preventivo a que se debe sujetar la maquinaria
  - La frecuencia o periodicidad con la que cada uno de estos tipos de mantenimiento se debe realizar.
  - Las especificaciones de cada uno de estos tipos de mantenimiento.
- El programa deberá además establecer el formato que deberá tomar la bitácora de mantenimiento del equipo, y la forma en la que el encargado del mantenimiento deberá realizar las anotaciones respectivas cuando realice estos mantenimientos.
- El programa deberá contar con las especificaciones que establezcan los niveles máximos de emisión de gases de combustión y ruido que el equipo deberá emitir cuando opere dentro de especificaciones.
- Además, deberá mostrar intensión de uso de tecnologías que hagan más eficiente la combustión, a manera de minimizar la emisión de gases contaminantes y disminuir el consumo de diesel

A continuación se describen las medidas de prevención y mitigación específicas para cada impacto identificado para esta etapa del proyecto, este conjunto de medidas serán integradas en un manual integral de procedimientos como se describe arriba, previo al arranque del proyecto.

#### **VI.4 Impactos residuales**

Los siguientes 4 impactos son los impactos Mitigables Negativos del proyecto, es decir, son los impactos que no pueden prevenirse y que por lo tanto, aunque sean mitigados, tendrán algún efecto residual en el medio. Se comenta a continuación en forma particular de cada uno de ellos:

- Emisión de PST durante la actividades transporte de materiales y equipo a la construcción  
Este es un impacto que no puede ser evitado, el proyecto dará origen inevitablemente al transporte de materiales, equipo y de personal a través de caminos de terracería, además de que se transportará material terrígeno. Todas estas actividades ocasionarán, aunque se apliquen medidas de mitigación que alguna cantidad de polvo se levante y se convierta en contaminación atmosférica en forma de partículas suspendidas totales (PST). Afortunadamente, la mayor parte del PST tiene una limitación temporal ya que la gravedad causa que la gran mayoría de las partículas eventualmente caigan al suelo. Por esta razón, este es un impacto con efectos residuales pero que debido a que su origen es temporal, ya que terminando de realizarse las actividades de transporte de material, la física terminará acabando con su efecto residual.
- Emisión de PST durante la actividades de movimiento, y almacén de material terrígeno

Este impacto tiene origen a causa del almacenamiento de material terrígeno en pilas y de las actividades de movimiento del mismo. Pero es el efecto del viento el que lo agrava. En general, las pilas de material terrígeno no producirán emisión de PST si no hay viento, y las acciones de carga y descarga con equipo pesado de construcción que si generan emisión de polvo, pero sin viento el efecto es limitado, ya que la mayoría cae al suelo a solo unos cuantos metros del punto de generación, pero cuando estas actividades se realizan al mismo tiempo que hay eventos de fuertes vientos, la situación cambia completamente, y entonces la tasa de emisión, así como el promedio de permanencia y con ello la distancia a la que viaja el polvo se incrementa sustancialmente. Pero de la misma manera, el viento tendrá una limitación temporal, y eventualmente, todo o casi todo el polvo regresará al suelo. Por lo que aunque es un impacto no prevenible, se trata de un impacto cuyo efecto residual termina en el tiempo.

- Emisión de contaminantes por uso de maquinaria pesada que consume diesel

Los contaminantes que emitirá la maquinaria pesada se acumularán a la contaminación atmosférica existente, y serán dispersados por los efectos meteorológicos naturales. Algunos contaminantes como el monóxido de carbono (CO) sufrirán transformaciones en la atmósfera, reaccionando con los muchos otros gases y partículas que existe en esa matriz, algunos gases más estables como el Bióxido de carbón (CO<sub>2</sub>) podrán entrar en los ciclos naturales de reacción o se acumularán al as concentraciones residuales que ahora se cree están alterando el clima. Otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno, entrarán en los complejos mecanismos fisicoquímicos de la atmósfera, reaccionando en ciclos repetidos par la formación de ozono hasta que en estos ciclos terminen siendo digeridos por otras rutas de reacción más o menos naturales. Al margen de todo lo anterior, la contaminación producida por la emisión de gases y partículas producto de la combustión por la maquinaria y vehículos que participen en la construcción de este proyecto, será imposible de detectar unas cuantas horas después de que estos dejen de operar, y cuando el proyecto se haya terminado de construir, aunque se podría argumentar que parte de la contaminación que generaron aún existe en la atmósfera, esta sería imposible de detectar. Por lo tanto se trata de un impacto que también desaparece en el tiempo.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 Pronósticos del escenario

De la totalidad de impactos identificados que se presentan en el Capítulo V, serán solo aquellos que únicamente pueden ser mitigados, los que determinen la huella ambiental del proyecto. A continuación se presenta una discusión de los impactos no prevenibles, y que por lo tanto tendrán algún efecto residual en el medio. Se presentan agrupados de forma a facilitar la comprensión de su trascendencia:

- a. Durante la construcción, los siguientes impactos podrán solo mitigarse:
  - Emisión de los siguientes contaminantes atmosféricos:
    - PST durante las actividades de movimiento, y almacén de material terrígeno
    - PST durante las actividades de transporte de materiales y equipo a la construcción
    - Gases de combustión por el uso de maquinaria pesada que consume diesel
  - Emisión de ruido durante la construcción

Todos estos impactos se pueden controlar y monitorear los puntos de generación, y así asegurar que sus efectos sean mínimos, y que las alteraciones sean insignificantes, que tengan corta temporalidad, muy baja extensión, o que no afecten a la calidad de vida en el vecindario. Estos impactos cesarán cuando se concluya la construcción de la planta.

### VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

Para la administración ambiental del proyecto, se propone la implementación del programa o estrategias para el manejo ambiental del proyecto. Estas estrategias son:

- a) El Programa de Protección Ambiental para la Etapa de Desarrollo (PPAED)

Como parte del programa, se integrará un conjunto de especificaciones para la realización de auditorías continuas de desempeño ambiental, que deberán ser realizadas por tercerías, y que tendrán el propósito de confirmar que la administración del proyecto mantiene un estrecho compromiso con los objetivos ambientales.

*Programa*

#### **Programa de Protección Ambiental para la Etapa de Desarrollo**

*Objetivos*

En su primera fase, el PPAED será la lista completa de especificaciones relativas a la administración ambiental a que se deberá sujetar el Contratista General y todos sus Subcontratistas.

La lista de especificaciones arriba referida, se integrará al paquete de información de la licitación, advirtiendo a los concursantes que el licitante ganador deberá contar con una fianza o seguro para el cumplimiento de todas estas condicionantes, existiendo la previsión de que en caso necesario, se realizarán a su cargo las contrataciones necesarias para corregir cualquier aspecto de cumplimiento ambiental advertido y que o sea resultado de inmediato. También se advertirá que el cumplimiento de las obligaciones ambientales será exigido como parte de la autorización de las estimaciones de avance. Por último, se advertirá a los concursantes que el licitante ganador estará en todo momento sujeto a

<p><i>Responsable</i></p>	<p>auditorías de cumplimiento ambiental a las que deberá atender con personal capacitado en el tema y con los documentos comprobatorios disponibles.</p> <p>Durante la construcción, el responsable asegurará un contrato de auditoría ambiental con un despacho calificado, cuya responsabilidad será dar seguimiento continuo al cumplimiento de las especificaciones ambientales a que está sujeto el contratista general y sus subcontratistas. El despacho además verificará que se esté dando seguimiento a las especificaciones ambientales del PAEE.</p> <p>El despacho de auditoría ambiental dará cuenta de inmediato al Gerente del Proyecto de encontrar cualquier incumplimiento significativo o grave. Mensualmente elaborará un reporte técnico de los hallazgos en la auditoría del mes, en tiempo de que puedan ser empleados para el manejo administrativo de las estimaciones de avance de la obra.</p> <p>El despacho elaborará semestralmente un reporte que detalle la forma en que se ha dado cumplimiento a las especificaciones ambientales del proyecto. Este reporte se entregará a la PROFEPA y a SEMARNAT.</p> <p>El Gerente del Proyecto es quien dará cuenta de la correcta ejecución de este programa, pero para su ejecución contratará a un despacho de auditoría ambiental, que muestra capacidad y experiencia suficiente para auditar al contratista y a los subcontratistas.</p>
---------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### VII.3 Conclusiones

En la actualidad hay grandes parques industriales, y desarrollos habitacionales, sin factibilidad para su desarrollo por la incapacidad que la CESPT enfrenta para comprometer la entrega de agua que estos proyectos demandan. La presión que el desarrollo ha impuesto sobre los limitados recursos hídricos disponibles, ha dado lugar a que en esta región se paguen los precios por agua más elevados en el contexto mundial.

Este proyecto apunta a la solución de lo que es probablemente el problema más grande que tiene la región para dar cabida al desarrollo económico que exige la sociedad. Por años se anticipado que el futuro implicaba la desalinización de agua de mar, el futuro hasta ahora en nuestro presente, el compromiso ahora es elevarnos a la altura que implica el desarrollo de este proyecto en forma que se inserte correctamente a su entorno.

Con base en el balance impactos ambientales vs impactos económicos y sociales, se concluye en recomendar la de este proyecto, asegurando enfatizar la obligación de implementar los programas y medidas de protección al medio que permitirán asegurar un excelente comportamiento ambiental durante la realización de este proyecto, y lograr así a un bajo costo ecológico y los beneficios que se generará este proyecto.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

### VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán cuatro ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio mismo que deberá ser presentado en formato Word.

Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá de 20 cuartillas en cuatro ejemplares, asimismo será grabado en memoria magnética en formato Word.

Es importante señalar que la información solicitada esté completa y en idioma español, para evitar que la autoridad requiera de información adicional y esto ocasione retraso o falta de continuidad en el proceso de evaluación.

#### Planos definitivos

Se elaborarán los planos que se describen en la presente guía deberán contener, por lo menos: el título; el número o clave de identificación; los nombres y firmas de quien lo elaboró, de quien lo revisó y de quien lo autorizó; la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas, la escala gráfica y numérica y la orientación. A una escala que permita apreciar los detalles del proyecto.

Los planos que se utilicen para hacer sobreposiciones, deberán elaborarse en mica, papel herculene u otro material flexible y transparente, a la misma escala y utilizando como base el plano topográfico.

Los Planos del proyecto se presentan en el Anexo D

#### Fotografías

Integrar un anexo consistente en un álbum fotográfico en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desean destacar del área de estudio. El álbum fotográfico deberá acompañarse con un croquis en el que se indiquen los puntos y direcciones de las tomas, mismas que se deberán identificar con numeración consecutiva y relacionarse con el texto.

De manera opcional se podrán anexar fotografías aéreas del área del proyecto (incluidos campamentos, pista aérea, helipuertos, etcétera). Se recomienda la escala 1:10 000.

Se deberá especificar: fecha, hora y número de vuelo, secuencia del mosaico, línea y altura de vuelo. Además, anexar un croquis de ubicación en el que se identifique la foto que corresponde a cada área o tramo fotografiado.

El informe fotográfico se presenta en el Anexo F

#### Videos

De manera opcional se puede anexar una videograbación del sitio. Se deberá identificar la toma e incluir la plantilla técnica que describa el tipo de toma (planos generales medianos, cerrados, etcétera), así como un croquis donde se ubiquen los puntos y dirección de la toma y los recorridos con cámara encendida.

No se presentan videos

#### Listas de flora

Las listas incluirán nombre científico, nombre común que se emplea en la región de estudio, aprovechamiento que se le da en la localidad, estatus de conservación y en caso de que sean endémicos indicarlo.

El listado de Flora en el Anexo E

### VIII.2 Otros anexos

Presentar la documentación y las memorias que se utilizaron para la realización del estudio de impacto ambiental:

- a) Documentos legales. Copia de autorizaciones, concesiones, escrituras, etc.
- b) Cartografía consultada (INEGI, Secretaría de Marina, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, etcétera) Copia legible y a escala original.
- c) Diagramas y otros gráficos. Incluir el título, el número o clave de identificación, la descripción de la nomenclatura y la simbología empleadas.
- d) Imágenes de satélite (opcional). Cada imagen que se entregue deberá tener un archivo de texto asociado, que indique los siguientes datos:
  - Sensor.
  - Path y Row correspondientes.
  - Coordenadas geográficas.

- Especificación de las bandas seleccionadas para el trabajo.
  - Niveles de procesos (corregida, orthocorregida, reales, etcétera).
  - Encabezado (columnas y renglones, fecha de toma, satélite).
  - Especificaciones sobre referencia geográfica con base en sistema cartográfico del INEGI.
  - Software con el que se procesó.
- e) Resultados de análisis de laboratorio (cuando sea el caso). Entregar copia legible de los resultados del análisis de laboratorio que incluyan el nombre del laboratorio y el del responsable técnico del estudio. Asimismo, copia simple del certificado en caso de que el laboratorio cuente con acreditación expedida por alguna entidad certificadora autorizada.
- f) Resultados de análisis y/o trabajos de campo. Especificar las técnicas y métodos que se utilizarán en las investigaciones, tanto de campo como de gabinete, en relación con los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos. En el caso de que la(s) técnica(s) o método(s) no corresponda(n) con el(los) tipo(s) estándar, justificar y detallar su desarrollo.
- g) Estudios técnicos (geología, geotectónica, topografía, mecánica de suelos, etc.).
- h) Explicación de modelos matemáticos que incluyan sus supuestos o hipótesis, así como verificación de los mismos para aplicarlos, con sus respectivas memorias de cálculo.
- i) Análisis estadísticos. Explicará de manera breve el tipo de prueba estadística empleada e indicar si existen supuestos para su aplicación, en cuyo caso se describirá el procedimiento para verificar que los datos cumplen con los supuestos.

### VIII.3 Glosario de términos

Se podrá incluir términos que utilice y que no estén contemplados en este glosario.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Bordo:** Pueden ser pequeñas cortinas que producen el represamiento de un cuerpo de agua superficial con diversos fines.

**Canal:** Los canales son obras para conducción del agua captada, desde su fuente hasta el lugar de su aprovechamiento. Los canales pueden ser a cielo abierto, cerrados, sin revestir y revestidos de concreto.

**Cárcamo de bombeo:** Consiste en un depósito de agua para mantener un suministro constante a un sistema de bombeo.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios, fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Dársena:** Cada una de las partes interiores de un puerto de mar limitadas por los muelles y malecones (obra que se hace a orillas de los ríos o del mar para proteger éstas contra las aguas corrientes y el embate de las olas).

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Despedregado: Consiste en la eliminación de rocas grandes de un terreno.

Dique: Muro para contener las aguas fluviales o marítimas y regular el curso de éstas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Escollera: Es un rompeolas constituido por un amontonamiento de rocas gruesas, coronado por bloques de hormigón y obra civil.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Espigón: Dique en forma de macizo, perpendicular a la orilla de un río o una playa, que sirve para regular el curso del primero o para proteger la segunda contra el oleaje y las corrientes del litoral.

Fluvial: Relativo o perteneciente a los ríos.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: 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.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: 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.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Irrigar: Llevar agua a las tierras mediante canales, acequias, etc., regar.

Jagüey: Pozo o zanja llena de agua, ya artificialmente, ya por filtraciones del terreno.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Milla marina (o marítima): Teóricamente es equivalente a la distancia media que separa dos puntos de la superficie terrestre situados a igual longitud y cuya latitud difiere de un minuto de arco. Por acuerdo internacional, se le ha atribuido el valor convencional de 1,852 m.

Muelle: Son obras que se realizan en la orilla del mar o de un río para consolidarla, permitir el atraque de los barcos y facilitar su carga y descarga.

Muro de contención: Su función es similar a la de un dique, que permite el represamiento de un cuerpo de agua o también para evitar el deslizamiento de suelo u otro material.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Obras de conducción: Son obras requeridas para transportar el agua captada, desde la fuente hasta el lugar de almacenamiento, regulación, tratamiento o distribución.

Pluvial: Relativo a la lluvia.

Presa de almacenamiento: Estas presas, como su nombre lo dice, tienen la función de almacenar agua para ser un abastecimiento confiable del recurso agua a lo largo del año, específicamente en temporadas de sequía. Su función es múltiple y pueden ser útiles para irrigación de zonas agrícolas, para suministro a zonas industriales y urbanas y para producir energía eléctrica, principalmente. Se establecen interceptando el escurrimiento de un caudal permanente, de manera que se garantice el llenado de la presa de manera continua.

Presa derivadora: La función de estas presas es interceptar una corriente para elevar la columna de agua para poder así derivar el agua hacia otras zonas que requieren del recurso e incluso para derivar a otras presas, sin necesidad de establecer sistemas de bombeo para llevar el agua a zonas más altas.

Presa de control de avenidas: La función de estas presas es la de evitar que las grandes avenidas que llegan a darse en temporada de lluvias puedan producir inundaciones en zonas agrícolas, urbanas, industriales, etc. al salirse los ríos de su cauce. Esta presa retiene temporalmente los grandes volúmenes de agua y permite su gradual escurrimiento aguas abajo, de manera controlada. Estas presas pueden establecerse a lo largo de un río para ir almacenando el escurrimiento y repartirlo entre varias de ellas.

Represa: Sinónimo de presa o de embalse.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Rompeolas: Dique avanzado en el mar que se construye a la entrada de los puertos para que no penetre en ellos el oleaje.

Salmuera: Agua fuertemente cargada de sal, que puede resultar, por ejemplo, de la evaporación del agua del mar.

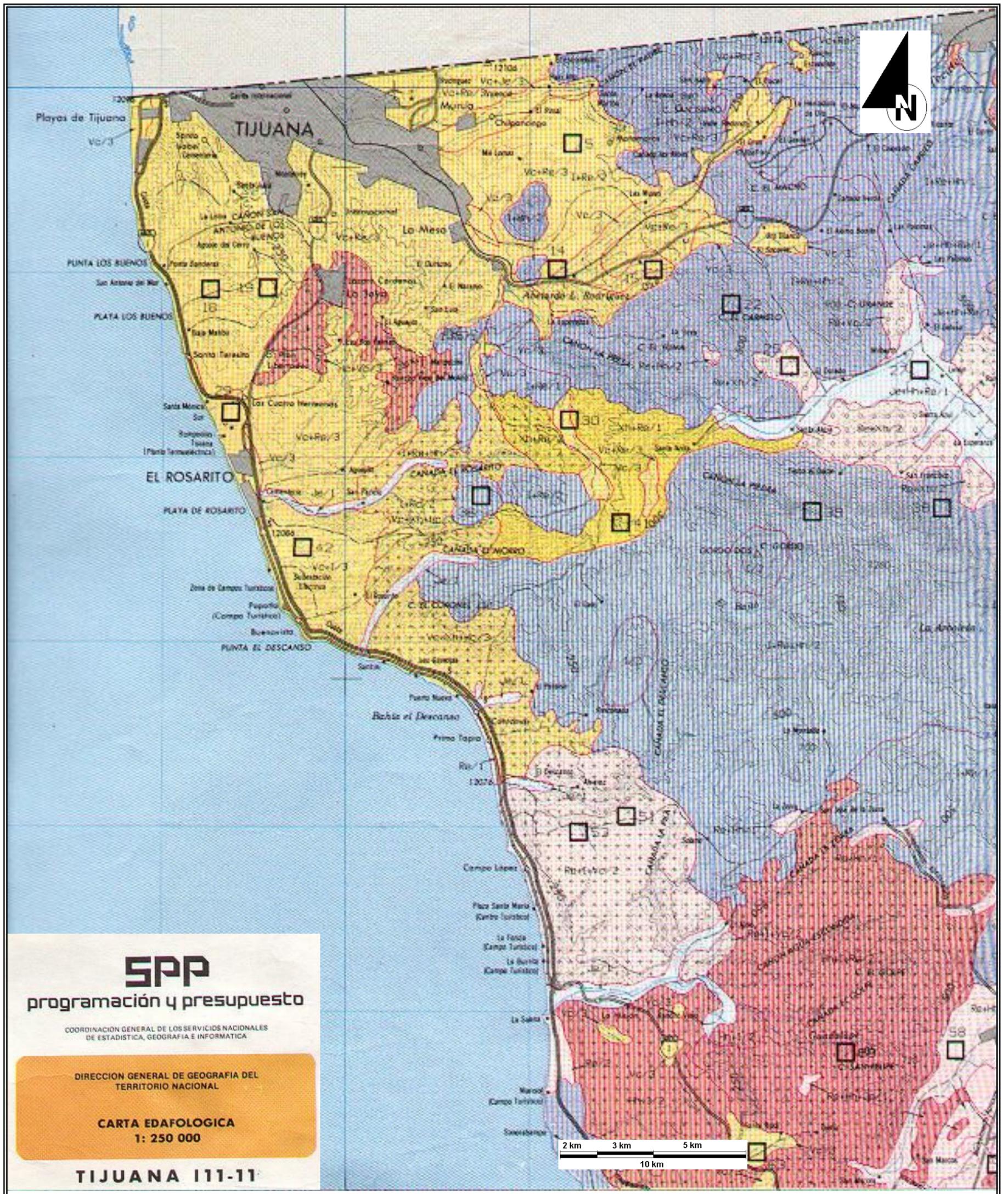
Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Subsoleo: Introducción de maquinaria para aflojar profundamente el suelo.

Tómbolo: Conjunto formado por lo que primitivamente era un islote y la lengua de arena que lo une al continente.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Varadero: Plano inclinado de madera o de concreto que se prolonga desde la orilla del mar hacia el fono y cuyo objeto es el de poder sacar a tierra las embarcaciones para repararlas o para otros usos, ya sea por medio de un cabrestante (especie de torno de tambor vertical para jalar o tirar de un cable), arrastrándolos por la quilla de la embarcación sobre postes, o si son mayores colocándolas sobre rieles.



**SPP**  
programación y presupuesto

COORDINACIÓN GENERAL DE LOS SERVICIOS NACIONALES  
DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA

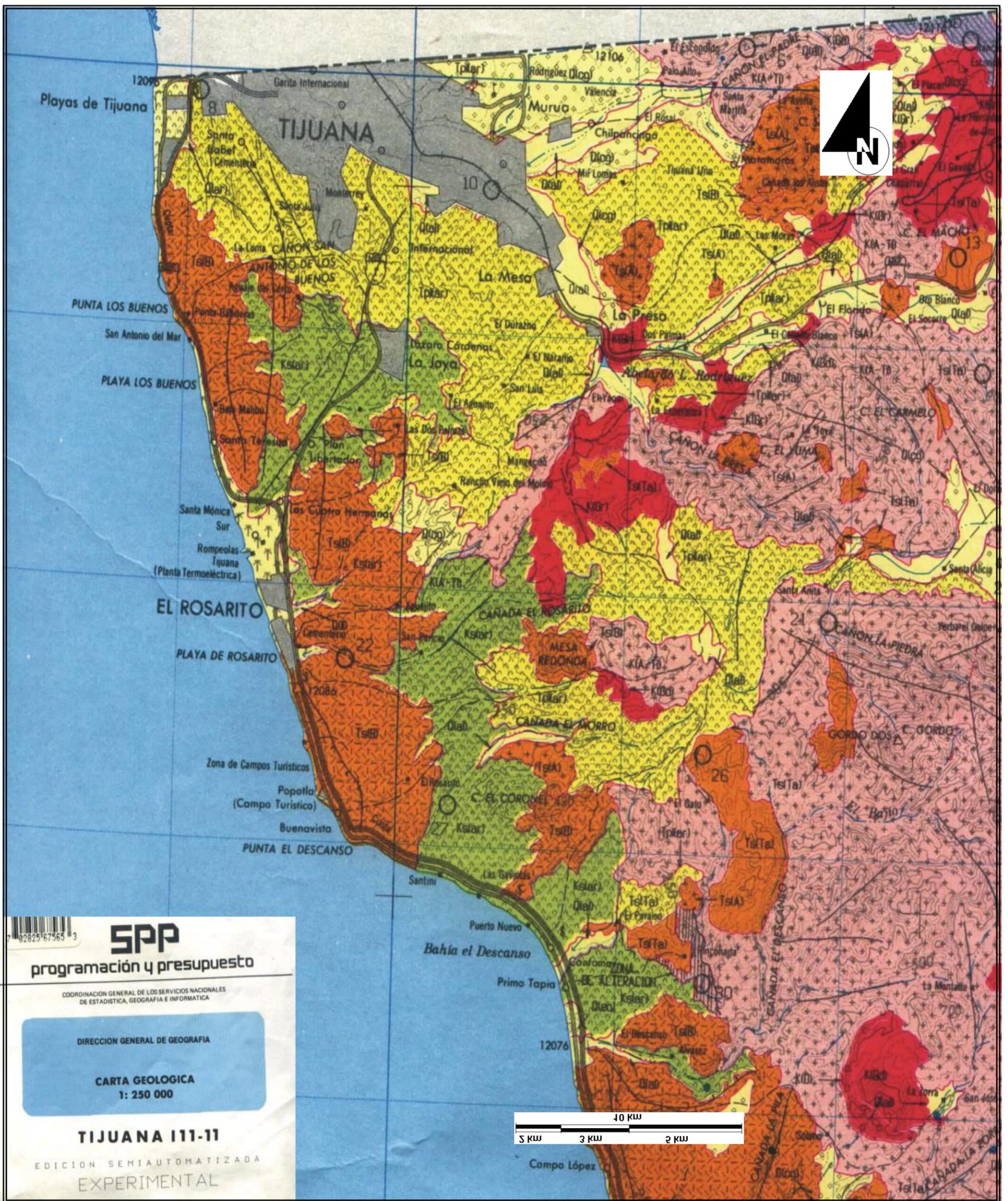
DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA DEL  
TERRITORIO NACIONAL

**CARTA EDAFOLOGICA**  
**1: 250 000**

**TIJUANA 111-11**

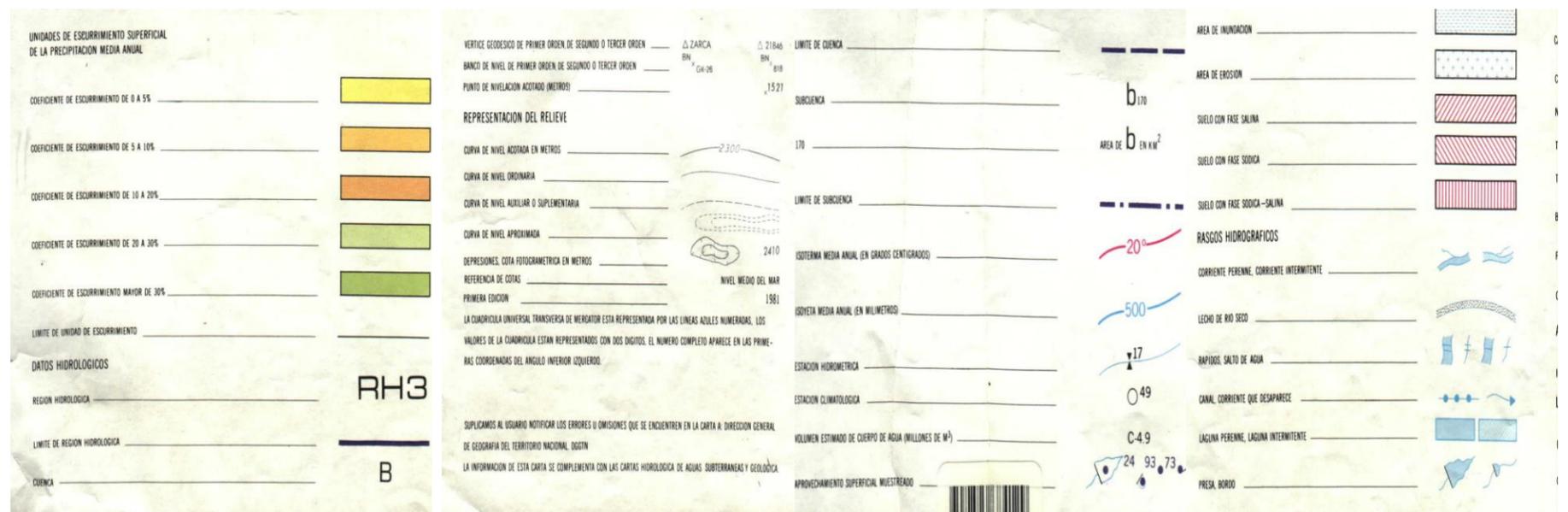
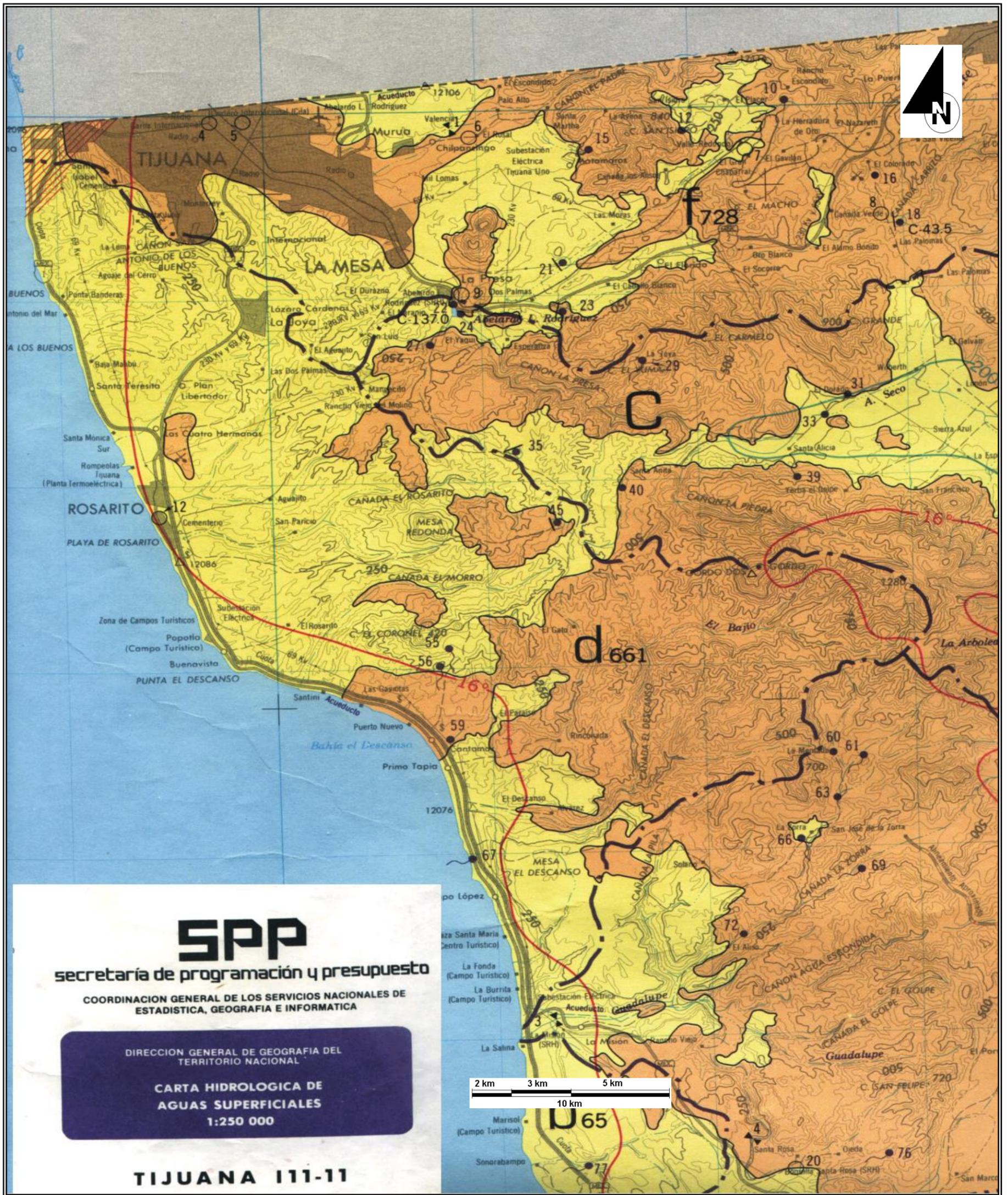
UNIDADES DE SUELO

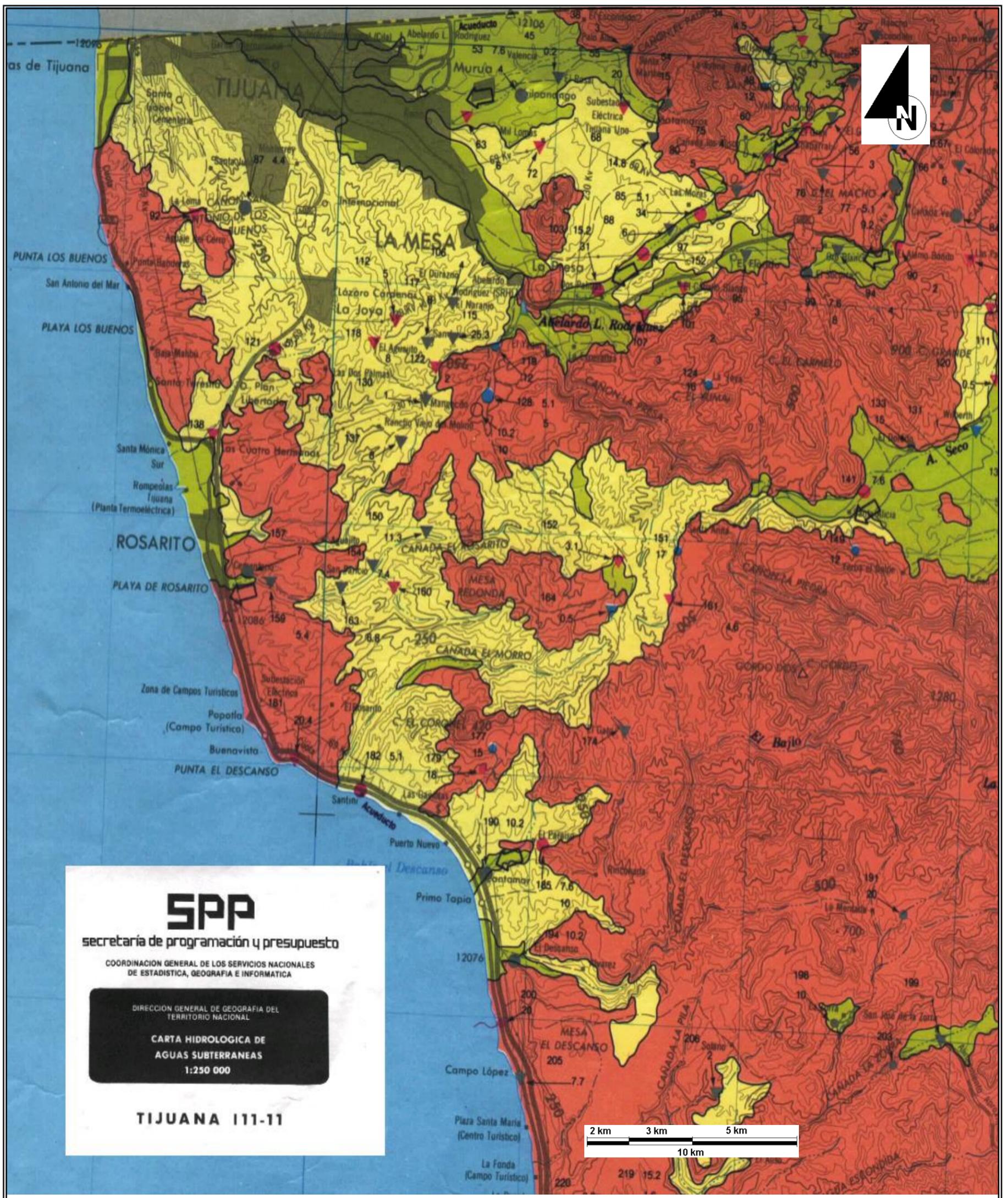
<b>J</b> Jc Jd Je Jg Jt	FLUVISOL CALCARICO DISTRICO EUTRICO BLEYICO TIGNICO	<b>L</b> La Lk Lc Lf Lg Lo Lp Lv	LUVISOL ALBICO CALCICO CROMICO FERRICO BLEYICO ORTICO PLINTICO VERTICO	<b>A</b> Af Ag Ah Ao Ap	ACRISOL FERRICO BLEYICO HUMICO ORTICO PLINTICO	<b>K</b> Kk Kh Ki	CASTANOEZEM CALCICO HAPLICO LUVICO
<b>G</b> Gc Gd Ge Gh Gm Gp Gv	GLEYSOL CALCARICO DISTRICO EUTRICO HUMICO MOLICO PLINTICO VERTICO	<b>N</b> Nd Ne Nh	NITOSOL DISTRICO EUTRICO HUMICO	<b>T</b> Tt Tm Tv	ANDOSOL HUMICO MOLICO OCRICO VITRICO	<b>C</b> Cc Ch Ci	CHERNOZEM CALCICO HAPLICO LUVICO
<b>O</b> Od Oe	HISTOSOL DISTRICO EUTRICO	<b>W</b> Wd We Wh Wm Ws	PLANOSOL DISTRICO EUTRICO HUMICO MOLICO SOLODICO	<b>Q</b> Qa Qc Qd Qi	ARENOSOL ALBICO CAMBICO FERRALICO LUVICO	<b>H</b> Hc Hg Hh Hi	FEOZEM CALCARICO BLEYICO HAPLICO LUVICO
<b>I</b>	LITOSOL	<b>P</b> Pg Ph Po Pp	PODZOL BLEYICO HUMICO ORTICO PLACICO	<b>B</b> Bk Bc Bd Be Bf Bg Bh Bv	CAMBISOL CALCICO CROMICO DISTRICO EUTRICO FERRALICO BLEYICO HUMICO VERTICO	<b>F</b> Fk Fh Fi Fp Fr Fx	FERRALSOL ACRICO HUMICO ORTICO PLINTICO RODICO XANTICO



0282567565 3  
**SPP**  
 programación y presupuesto  
 COORDINACIÓN GENERAL DE LOS SERVICIOS NACIONALES DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA  
**CARTA GEOLOGICA**  
**1: 250 000**  
**TIJUANA 111-11**  
 EDICIÓN SEMIAUTOMATIZADA  
 EXPERIMENTAL

C	T	ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANOSEDIMENTARIAS				ROCAS IGNEAS		ROCAS METAMORFICAS			ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANOSEDIMENTARIAS				ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS		ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS				ROCAS SEDIMENTARIAS											
		CUATERNARIO Q				INTRUSIVAS	EXTRUSIVAS	METAMORFICAS	INTRUSIVAS	EXTRUSIVAS	METAMORFICAS	G	B	R	Ta	cz	tr	y	cg	bs	ar	lm	lj	ASOCIACIONES								
		PLIOCENO Tpl	MIOCENO Tm	OLIGOCENO To	EOCENO Te																				PALEOCENO Tpal	SUELOS Q	Ts	Tm	To	Te	Tpal	PERMICO Pe
CUATERNARIO Q	PLIOCENO Tpl	MIOCENO Tm	OLIGOCENO To	EOCENO Te	PALEOCENO Tpal	SUELOS Q	Ts	Tm	To	Te	Tpal	PERMICO Pe	PENSILVANICO Ph	MISISIPICO Mi	DEVONICO D	SILURICO S	ORDOVICICO O	CAMBRICO E	PRECAMBRICO PE	G	B	R	Ta	cz	tr	y	cg	bs	ar	lm	lj	ASOCIACIONES



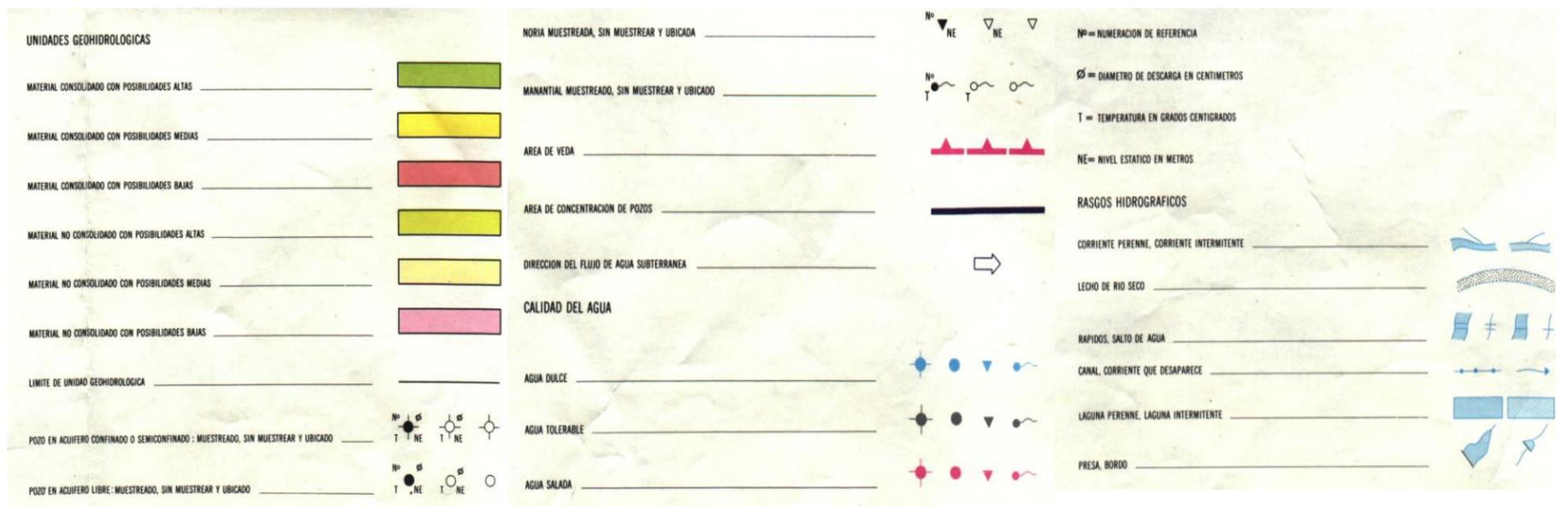


**SPP**  
 secretaria de programación y presupuesto  
 COORDINACIÓN GENERAL DE LOS SERVICIOS NACIONALES  
 DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA DEL  
 TERRITORIO NACIONAL

**CARTA HIDROLÓGICA DE  
 AGUAS SUBTERRÁNEAS  
 1:250 000**

**TIJUANA 111-11**





## Listado Florístico

A las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) se señala su categoría de acuerdo a:

**E** – en Peligro de extinción

**A** – Amenazada

**Pr** – Sujetas a Protección especial

**R** – Rara

## LISTADO FLORÍSTICO TERRESTRE

### Matorral Costero

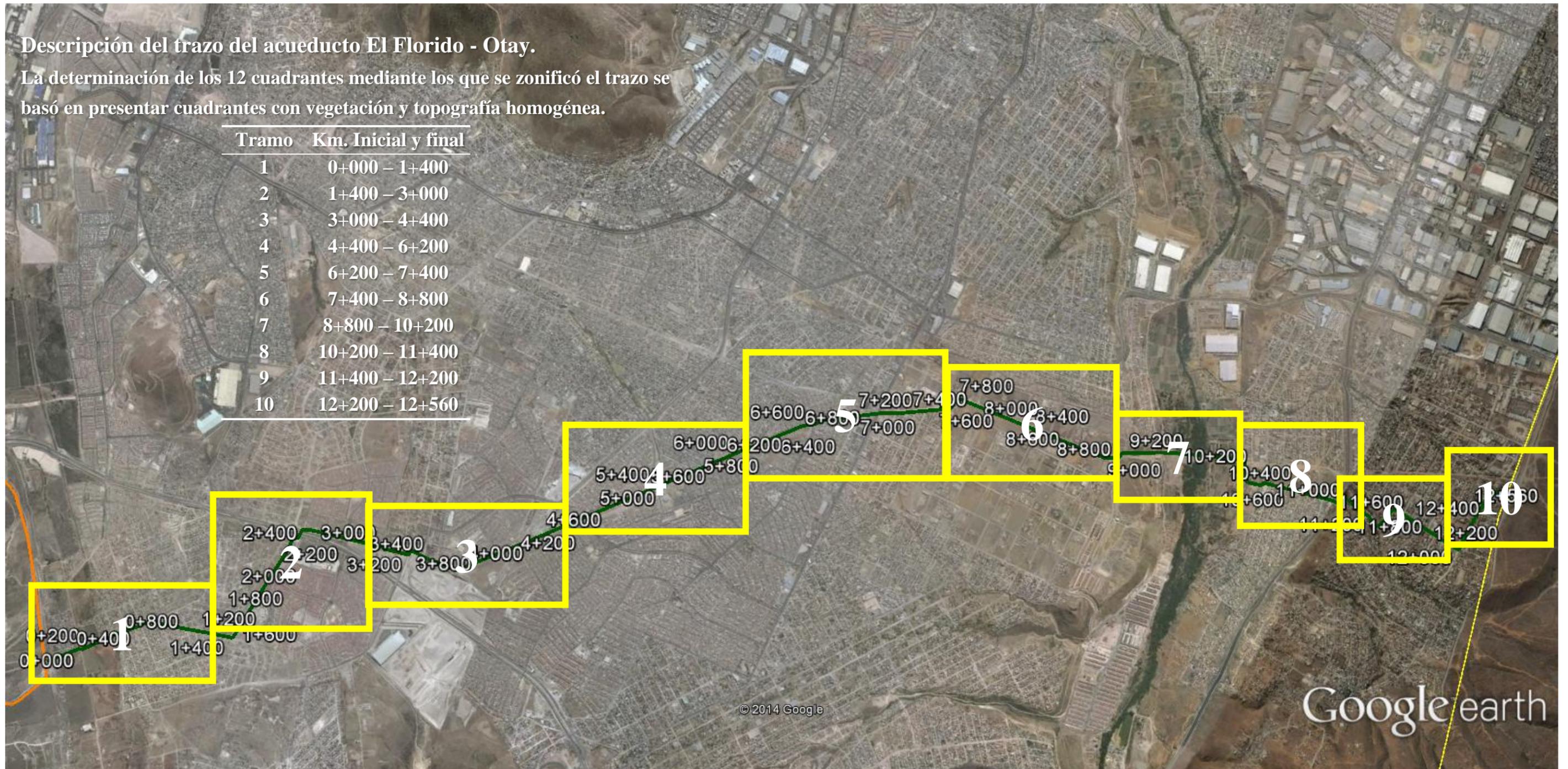
FAMILIA	ESPECIE	NOM – 059	NOTA
<b>Aesculaceae</b>	<i>Aesculus parryi</i>		Endémica
<b>Agavaceae</b>	<i>Agave shawii. shawii</i>		Nativa
	<i>Yucca schidigera.</i>		Nativa
	<i>Yucca whipplei. Whipple</i>		Nativa
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Rhus integrifolia integrifolia</i>		Nativa
	<i>Rhus laurina</i>		Nativa
<b>Buxaceae</b>	<i>Simmondsia chinensis</i>		Nativa
<b>Cactaceae</b>	<i>Bergerocactus emoryi</i>		Nativa
	<i>Echinocereus maritimus</i>		
	<i>Ferocactus viridescens</i>	Amenazada	Endémica
	<i>Lophocereus schotii schotti</i>	Protección especial	
	<i>Machaerocereus gummosus</i>		
	<i>Mammillaria dioica</i>		Nativa
	<i>Myrtillocactus cochal</i>		Nativa
	<i>Opuntia acanthocarpa</i>		Nativa
	<i>Opuntia cholla</i>		Nativa
	<i>Opuntia megacantha</i>		Nativa
	<i>Opuntia oricola</i>		Nativa
	<i>Opuntia parryi serpentina</i>		Nativa
	<i>Opuntia prolifera.</i>		Nativa
	<i>Opuntia rosarica</i>	Rara	Endémica
	<b>Capparidaceae</b>	<i>Isomeris arborea</i>	
<b>Chenopodiaceae</b>	<i>Atriplex canescens</i>		
<b>Compositae</b>	<i>Adenothamnus validus</i>		Endémica
	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>		
	<i>Artemisia californica</i>		Nativa
	<i>Encelia californica</i>		Nativa
	<i>Haplopappus berberedis</i>		Endémica
	<i>Haplopappus palmeri. palmeri</i>		
	<i>Haplopappus squarrosus grindelioides</i>		
	<i>Haplopappus venetus</i>		
	<i>Viguiera laciniata</i>		Nativa
	<b>Crassulaceae</b>	<i>Dudleya anomala</i>	
<i>Dudleya attenuata</i>			Nativa

FAMILIA	ESPECIE	NOM – 059	NOTA
	<i>Dudleya blochmanae</i>		Nativa
	<i>Dudleya campanulata</i>		Endémica
	<i>Dudleya edulis</i>		Nativa
	<i>Dudleya lanceolata</i>		Nativa
	<i>Dudleya pulverulenta pulverulenta</i>		Nativa
	<i>Dudleya variegata</i>		Nativa
<b>Ephedraceae</b>	<i>Ephedra californica</i>		Nativa
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia misera</i>		Nativa
<b>Grossulariaceae</b>	<i>Grossularia speciosa</i>		
	<i>Ribes tortuosum</i>		Endémica
	<i>Ribes viburnifolium.</i>		
<b>Labiatae</b>	<i>Salvia apiana</i>		
	<i>Salvia mellifera</i>		
	<i>Salvia munzii</i>		
<b>Oleaceae</b>	<i>Fraxinus trifoliata</i>		Endémica
<b>Polygonaceae</b>	<i>Eriogonum fasciculatum. fasciculatum</i>		
	<i>Hardfordia macroptera</i>		
<b>Rosaceae</b>	<i>Rosa minutifolia</i>		Endémica
<b>Solanaceae</b>	<i>Lycium brevipes</i>		
	<i>Lycium californicum</i>		
	<i>Lycium megacarpum</i>		
<b>Fabaceae</b>	<i>Astragalus trichopodus</i>		Nativas
	<i>Lathyrus laetiflorus</i>		Nativas
	<i>Lotus hamatus</i>		Nativas
	<i>Lotus scoparius</i>		Nativas
	<i>Lupinus agardhinus</i>		Nativas
	<i>Lupinus bicolor</i>		Nativas
	<i>Lupinuslatifolius</i>		Nativas
	<i>Lupinus succulentus</i>		Nativas
	<i>Lupinus truncatus</i>		Nativas

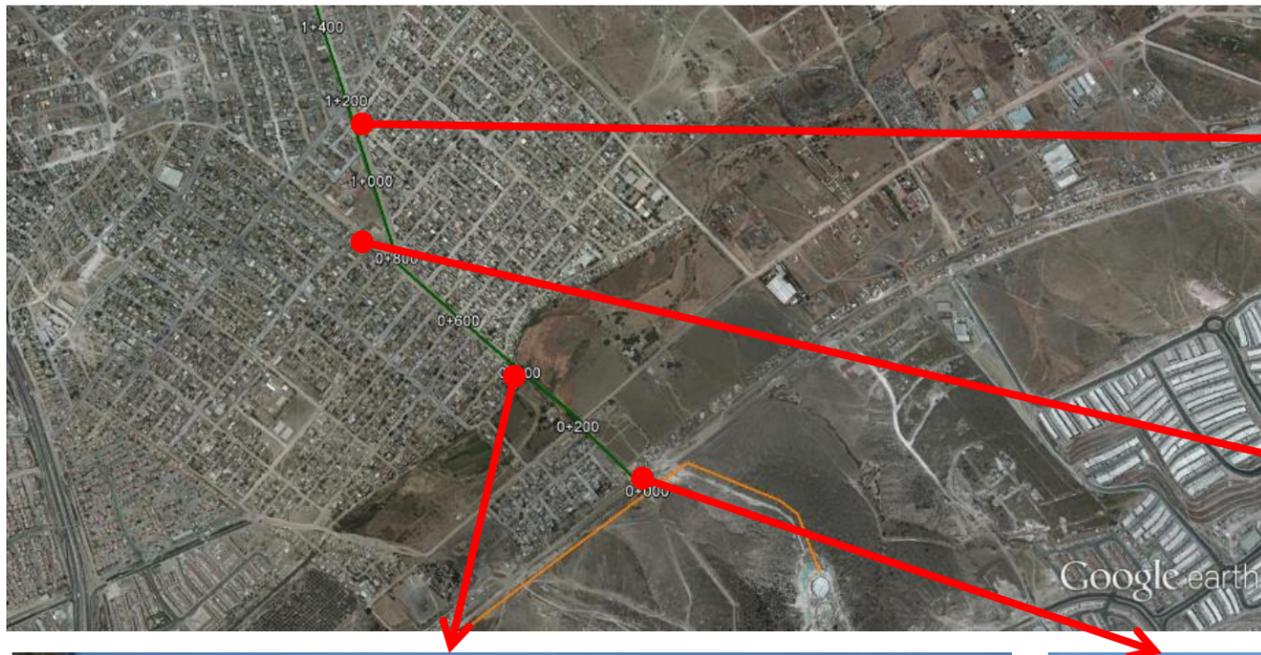
### Descripción del trazo del acueducto El Florido - Otay.

La determinación de los 12 cuadrantes mediante los que se zonificó el trazo se basó en presentar cuadrantes con vegetación y topografía homogénea.

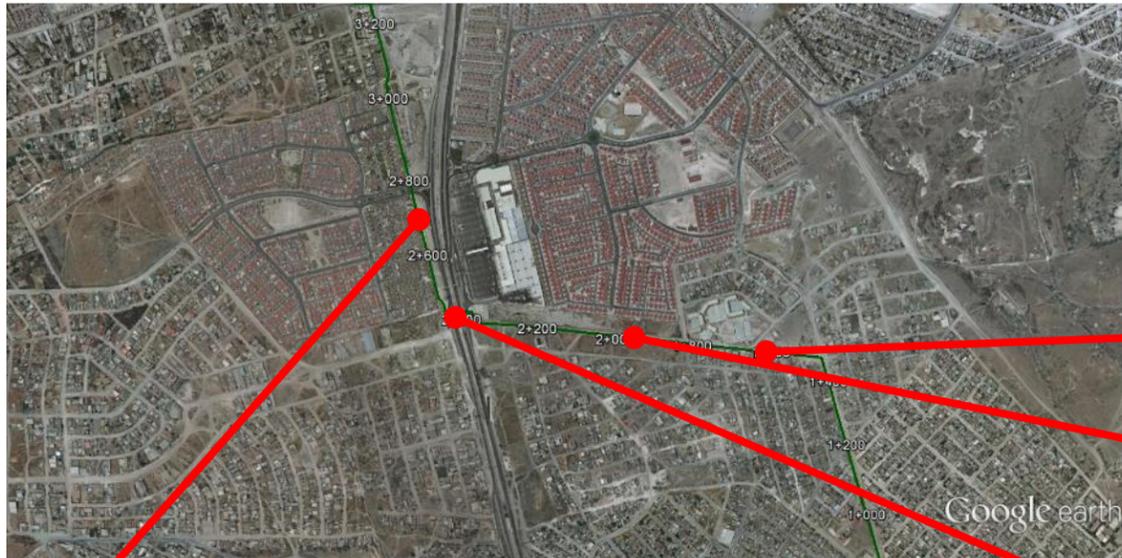
Tramo	Km. Inicial y final
1	0+000 – 1+400
2	1+400 – 3+000
3	3+000 – 4+400
4	4+400 – 6+200
5	6+200 – 7+400
6	7+400 – 8+800
7	8+800 – 10+200
8	10+200 – 11+400
9	11+400 – 12+200
10	12+200 – 12+560



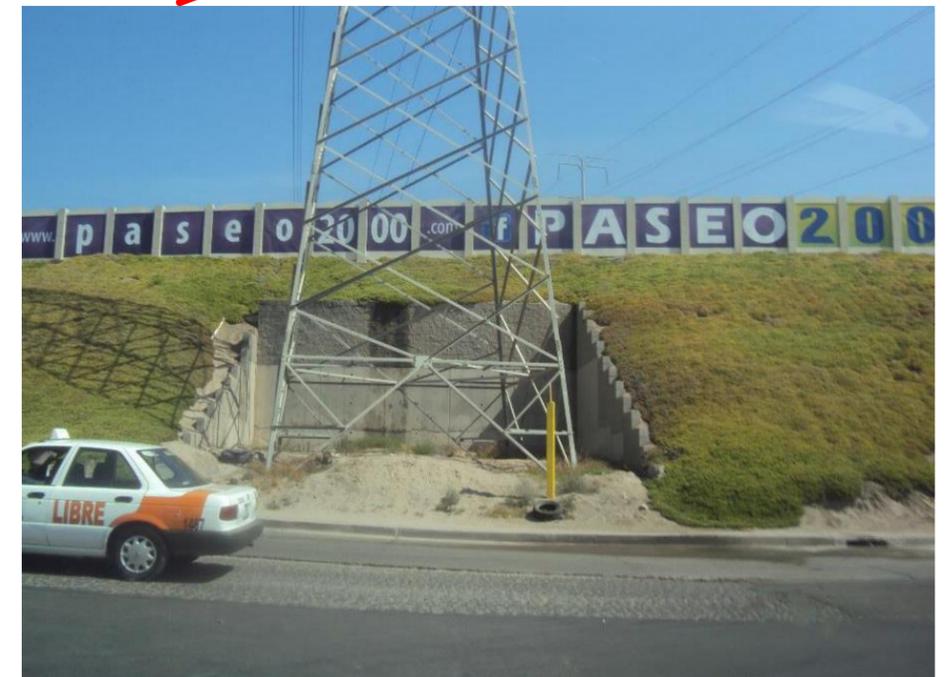
Tramo 0.000 – 1.400 km



Tramo 1.400 – 3.000 km



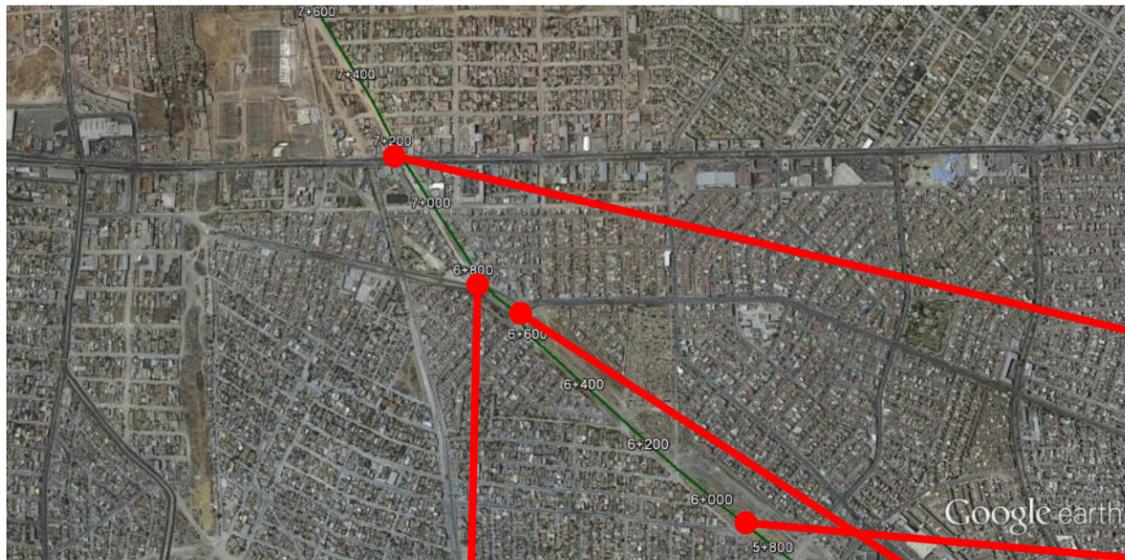
Tramo 3.000 – 4.200 km



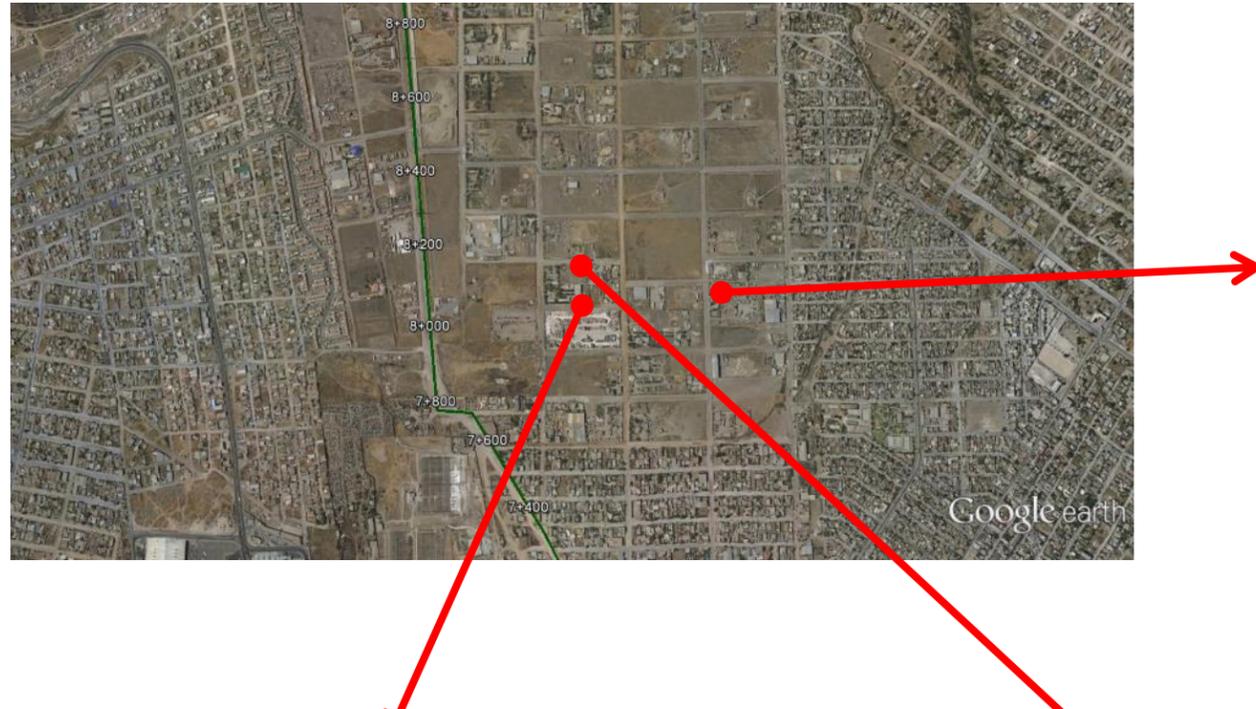
Tramo 4.200 – 6.000 km



Tramo 6.000 – 7.400 km



Tramo 7.400 – 9.000 km



Tramo 9.000 – 10.200 km



Tramo 10.200 – 11.400 km



Tramo 11.400 – 12.000 km



Tramo 12.000 – 12.560 km



## Bibliografía

- Aguilar-Rosas, R., L.E. Aguilar-Rosas, C. Mendoza-González y L.E. Mateo-Cid. 2007. Distribución latitudinal de las fases reproductivas de *Lithothrix aspergillum* (Corallinales, Rhodophyta) en la costa del Pacífico de México. *Hidrobiológica*, 17(1): 67-74
- Alfonso-Hernández, I., G. Hamann y J. Rosales Casián. 1987. Zooplancton suprabentónico de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México, durante Otoño 1986 e invierno 1987. *Ciencias Marinas*, 13(4): 53-68.
- Alvarez- Sánchez, L. G., Godínez-Sandoval, V. M., y Lavín-Peregrina, M. F. (1990). Dispersión en la franja costera de Tijuana, Baja California. *Ciencias Marinas*, 16(4): 87–109.
- Álvarez-Sánchez, L. 1991. Procesos costeros. En: Proyecto de ordenamiento Ecológico de regiones geográficas con actividades productivas prioritarias: región la Bufadora - Estero de Punta Banda. 24 pp.
- American Museum of Natural History. 2013. Amphibian Species of the World 5.6. <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. Consulta electrónica: 1 de Agosto de 2013.
- American Ornithologist Union. 1998. Checklist of North American Bird. Seventh edition. American Ornithologist Union. Washington D.C.
- American Ornithologist Union. 2013. Birds of North and Middle America Checklist. <http://checklist.aou.org/>. Consulta electrónica: 1 de Agosto de 2013.
- Andrew, N.L., Y Agatsuma, E. Ballesteros, A.G., Bazhin, E.P. Creaser, K.A. Barnes, L.W. Botsford, A. Bradbury, A. Campbell, J.D. Dixon, S. Einarsson, P.K. Gerring, K. Hebrt, M. Hunter, P. Kalvass, R.J. Miller, C.A. Moreno, J.S. Palleiro, R.S. Steneck, R.L. Vadas, D.A. Woodby y Z. Xiaoqi. 2002 . Status and management of world sea urchin fisheries. *Ocean. Mar. Biol. A. Rev.* 40: 343-425.
- Appendini, C.M. 1998 plan de manejo de la erosión costera para playas de Rosarito, Baja California, México. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 123pp.
- Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología. México. 212 pp.
- Areiqat, A., Mohamed, K., 2005. Optimization of the negative impact of power and desalination plants on the ecosystem. *Desalination*, 185: 95-103.
- Argote-Espinoza, M. L., F. J. Gaviria-Medina y A. Amador-Buenrostro. 1991. Wind induced circulation in Todos Santos Bay, B. C. México. *Atmósfera* 4:101-115.
- Arriaga Cabrera I., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez, y E. Loa. 2000. Regiones Terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. En <http://www.conabio.gob.mx>
- Bakus, J.G. 1989. The marine biology of Southern California. Occasional papers of the Allan Hancock Foundation No. 7. University of Southern California, Los Angeles. 61 pp.

- Carrillo Berumen (1998). Dinámica sedimentaria en las inmediaciones de la obra de toma de la central termoeléctrica presidente Juárez en Rosarito, B.C., México Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 134pp.
- Castillo-Álvarez, J.A. 1990. Sinopsis de las algas verdes (Chlorophyta) de la península de Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. 151 pp.
- Castro, L. E. y M. G. Hamman. 1989. Biomasa y composición general de la comunidad de zooplancton en la bahía de Todos Santos, B. C., México, durante el evento de El Niño 1982-1983. Ciencias Marinas 15 (4): 1-20.
- Castro-Valdez, R., Pares-Sierra, A., y Marinone-Moschetto, S. (2003). Evolución y extensión de los vientos Santa Ana de febrero de 2002, en el océano frente a California y Baja California. Ciencias Marinas, 29(3): 275-281.
- CONABIO. 2009. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata)
- Concomimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Connor, R.C., R.S. Wells, J. Mann y A. J. Read. 2000. The bottlenose dolphin. Social relationships in a fission-fusion society. En: Mann, J., R. C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (eds). Cetacean Societies. Field Studies of Dolphins and Whales. University of Chicago Press, EUA, 91-126 p. Craig, P.C. 1973. Behaviour and distribution of the Sand-Beach amphipod *Orchestoidea corniculata*. Marine biology, 23: 101-109.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). <http://www.cites.org>. Consulta electrónica: 12 de julio de 2013.
- Coria R. 1997. Los Oasis de la península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California. México.
- Dawoud, M.A. 2006. The Role of desalination in the augmentation of water supply in GCC countries, Desalination, 186: 187-198.
- Dayton, P.K. 1985. Ecology of kelp communities. Ann Rev Ecol Syst 16: 215-245.
- De Jesús-Huerta, M. 2007. Abundancia de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) durante su migración en Ensenada, Baja California, en tres temporadas (2003-2006). Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 90 pp.
- de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.
- Delgadillo J. 1998. Florística y ecología del norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. 407 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 30 diciembre 2010. Norma Oficial Mexicana NOM 059-ECOL-2010. Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres. México.
- Dizon, A. E., W. F. Perrin, y P. A. Akin. 1994. Stocks of dolphins (*Stenella* spp. And *Delphinus delphis*) in the eastern tropical Pacific: a phylogeographic classification. NOAA Technical Report NMFS. 119, 21 p.
- Dunn J.L. y J. Alderfer. 2011. Field guide to the birds of north America. National Geographic. 574 pp.

- Ebert, T.A. y J.R. Southon 2003. Red sea urchin (*S. franciscanus*) can live over 100 years: confirmation with A-bomb carbon. *Fish. Bull.* 101(4): 915-922.
- El-Dessouky H.T., Ettouney H.M. 2002. *Fundamentals of salt water desalination. Book on desalination processes.* Elsevier, Amsterdam, Netherland. 690 pp.
- Elizarraras, S.R. 1986. Determinación de la dirección del transporte litoral predominante por medio de minerales trazadores entre punta los buenos y playas de rosarito, B.C. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 14pp.
- Erickson R.A., R.A. Hamilton y S.N.G. Howell. 2001. New information on Migrants birds in northern and central portion of Baja California Peninsula, including species new to Mexico. En *Bird of the Baja California peninsula: status, distribution, and taxonomy.* American Birding Association. Monograph in field Ornithology No. 3. Colorado Springs. 264 p.
- Escalante-Mancera, J.E. 2006. Corrientes inducidas por el oleaje en la región costera del noroeste de Baja California, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
- Escobar-Fernández, R. y J. Arenillas-Cuetara. 1987. Aspectos zoogeográficos de la ictiofauna en los mares adyacentes a la península de Baja California, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. 217 pp.
- Figueroa Gonzales (2002). Circulación superficial considerando geostrofia y la deriva de Ekman, entre Ensenada, B.C. y San Carlos, B.C.S., durante 1999. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 60pp.
- Figueroa Gonzales (2006). Circulación superficial en la región costera de Rosarito a San Diego, utilizando radares de alta frecuencia. Tesis de maestría, CICESE. Programa de postgrado en ciencias en oceanografía física. Ensenada, B.C. 81pp.
- Flores-Villela O. 1993. Riqueza de los Anfibios y Reptiles. Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Gerard V. 1982. Growth and utilization of internal nitrogen reserves by the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in a low- nitrogen ambient. *Marine Biology*, 66:27-35.
- Giffard-Mena, I. 1997. Variación del fitoplancton con relación a las aguas residuales en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. México, UABC. 53 pp.
- Godínez Sandoval (1986). Dispersión frente a la costa de Rosarito, B.C. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 26pp.
- Godínez Sandoval (1986). Dispersión frente a la costa de Rosarito, B.C. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 26pp.
- Gómez-Valdez, J. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. *Ciencias Marinas*, 9: 75-86.
- González-Morales, A.T. y G. Gaxiola Castro. 1991. Daily variation of physicochemical characteristics, biomass, and phytoplankton primary production in an upwelling costal zone of Baja California. *Ciencias Marinas*, 3: 21-37.
- Grinnell, J. y A. Miller. 1944. The distribution of the birds of California. *Pac. Coast. Avifauna* 27.

- Grismer L. L. 2002a. 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. 399 pp.
- Grismer, L. L. 2002b. 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. 399 pp.
- Gudiño Elizondo (2007). Análisis de la variabilidad en el ancho de playa y volumen de arena en playas de Rosarito, Baja California. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, ensenada, B.C. 26pp.
- Gudiño Elizondo (2007). Análisis de la variabilidad en el ancho de playa y volumen de arena en playas de Rosarito, Baja California. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, ensenada, B.C. 26pp.
- Guerrero, R. M., J. U. Ramírez y L. R. Bracho. 2006. Las ballenas del Golfo de California. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat). Primera edición. México. 537 pp.
- Hernández A., Hernández P. y Gordillo A. J. 2006. Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental. INNCIVE. Madrid, España.
- Hernández de la Torre, B., Gaxiola-Castro, G., Nájera-Martínez, S. 2004. Efectos del ENSO en la producción primaria frente a Baja California. Ciencias Marinas 30(3): 427–441
- Hernández -Walls, R. (1986). Circulación inducida por viento en la zona costera. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Baja California. 69pp
- Hernández -Walls, R. (1986). Circulación inducida por viento en la zona costera. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Baja California. 69pp
- Howell S.G.H. 2001. Regional distribution of the breeding Avifauna of the California Peninsula. En Bird of the Baja California peninsula: status, distribution, and taxonomy. American Birding Association. Monograph in field Ornithology No. 3. Colorado Springs. 264 p.
- Howell S.N.G., R.A. Erickson, R. Hamilton y P.M. Patten. 2001. An Annotated checklist of the birds of Baja California and Baja California Sur. En Bird of the Baja California peninsula: status, distribution, and taxonomy. American Birding Association. Monograph in field Ornithology No. 3. Colorado Springs. 264 pp.
- Hu, H. y Liu, W. T. (2003). Oceanic thermal and biological response to Santa Ana winds. Geos. Res. Letters. 30(11): 1596, doi:10.1029/2003GL017208
- Hu, H. y Liu, W. T. (2003). Oceanic thermal and biological response to Santa Ana winds. Geos. Res. Letters. 30(11): 1596, doi:10.1029/2003GL017208
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS.) <http://www.itis.gov/>. Consulta electrónica 12 de julio de 2013.
- Jain, R. K. (2007). Environmental Engineering. (Ed) 2. McGraw-Hill professional engineering. Universidad de Michigan. ISBN 0071370080, 9780071370080. 655 pp
- Jones J., P. Swanepoel y D. Carter. 1992. Annotated checklist of the bats of Mexico and Centroamérica. Ocas. Papers Mus., Texas Tech University. 47:1-35.

- Lattemann S. and Hoepner T. 2003. Seawater Desalination - Impacts of Brine and Chemical Discharges on the Marine Environment, Desalination Publications, L'Aquila, Italy, 142 pp.
- Lattemann S. and Hoepner T. 2007. Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. *Desalination*, 220: 1–15.
- Lavaniegos, B.E., J.L. Cadena-Ramírez, O. Molina-González y P. García-García. 2010. Biomasa y estructura del zooplancton frente a la costa occidental de Baja California durante 2008 (cruceros IMECOCAL 0801, 0804, 0807, 0810). Zooplankton biomass and structure off the western coast of Baja California during 2008 (IMECOCAL cruises 0801, 0804, 0807, 0810). Informe Técnico. Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE, 54 p. (99407).
- Leopold A.S. 2000. Fauna Silvestre de México. Segunda edición. Editorial Pax México. 608 pp.
- Lizárraga, J.R. 2005 cambios espacio-temporales de playa en playas de Rosarito, Baja California, México, Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 159pp.
- Lizárraga, J.R. 2005 cambios espacio-temporales de playa en playas de Rosarito, Baja California, México, Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 159pp.
- Lizarraga-Arciniega, R., A. Martínez-Díaz de León, O. Delgado-Gómez, C.R. Torres y L.A. Galindo-Bect. 2007. Alternancia de los ciclos de erosión/acreción de playa relacionados con el oleaje en Rosarito, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 33(3): 259-269
- Lynn, R. J., K. A. Bliss y L.E. Eber, 1982. Vertical and horizontal distributions of seasonal mean temperature, salinity, sigma-t, stability, dynamic height, and oxygen saturation in the California Current, 1950-1978. *Calcofi. Atlas* 30: 78-99.
- Lynn, R. y J. Simpson. 1987. The California Current System: the seasonal variability of its physical characteristics. *J. Geophys. Res.* 92: 12947-12966.
- Marichal-González, A.M. 2001. Análisis estadístico del oleaje medido frente a las costas de Rosarito, BC, de 1994 a 1998. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México. 70 pp.
- Mark D. Spalding, Helen E. Fox, Gerald R. Allen, Nick Davidson, Zach A. Ferdaña, Max Finlayson, Benjamin S. Halpern, Miguel A. Jorge, Al Lombana, Sara A. Lourie, Kirsten D. Martin, Edmund Mcmanus, Jennifer Molnar, Cheri A. Recchia, And James Robertson. 2007. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Area, *BioScience* 57(7): 573-583.
- Marmolejo-Lara, M. 1985. Control del asolvamiento en una obra de toma de agua marina. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California, México. 60 pp.
- Martínez Gallardo R. 2011. Inventario de los mamíferos pequeños y medianos de las zonas áridas y semiáridas de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Informe final. SNIB-CONABIO, proyecto No. GT026. México.
- Mascarenhas-Da Silveira, A., Castro-Valdez, R., Martínez -Díaz de León, A., y Gil- Silva, E. (2003). Observación de vientos Santa Ana en la Bahía de Todos Santos e Isla Guadalupe, Baja California en febrero de 2002. *Ciencias Marinas*, 29(3): 275–281.

- Mascarenhas-Da Silveira, A., Castro-Valdez, R., Martínez -Díaz de León, A., y Gil- Silva, E. (2003). Observación de vientos Santa Ana en la Bahía de Todos Santos e Isla Guadalupe, Baja California en febrero de 2002. *Ciencias Marinas*, 29(3): 275–281.
- Maugin, G., Corsin, P., 2005. Concentrate and other waste disposals from SWRO plants: characterization and reduction of their environmental impact. *Desalination*, 182:355-364.
- McPeack R.H. 2000. Amphibian and reptiles of Baja California. *Sea Challenger*. Ca. 99 pp.
- Mellink E. 2002. El límite sur de la región mediterránea de Baja California con base en sus tetrápodos endémicos. *Acta zoológica Mexicana*. 58:11-23.
- Mendoza, E.T. 1999. Variación espacio temporal del perfil de playa en rosarito, Baja California, México, Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 50pp.
- Mendoza, E.T. 1999. Variación espacio temporal del perfil de playa en rosarito, Baja California, México, Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. 50pp.
- Monroy-Vilchis O., L. Cabrera L, P. Suárez, M. Mariela Zarco-González, C. Rodríguez-Soto y V. Urios. 2008. Uso tradicional de vertebrados silvestres en la Sierra Nanchititla, México. *Interciencia*. 4:308-313.
- Mottet, M.G. 1976. The fishery biology of sea urchins in the family of the sea urchin *Strongylocentrotidae*. *Wash. Dep. Fish. Tech. Rep.* 20:1-66.
- North W. 1971. Introduction and background. En: *The biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California*. W.J. North (Ed). *Nova Hedwigia* 32: 1-97 p.
- Oberbauer T.A. 1999. La vegetación del noroeste de Baja California. *Fremontia*. Edición especial.16-19.
- Oropeza, F., 1998. Descripción del clima de oleaje para las costas mexicanas del océano pacifico en los estados de Baja California, Colima, Michoacán, y Guerrero. . Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, ensenada, B.C. 218pp.
- Oropeza, F., 1998. Descripción del clima de oleaje para las costas mexicanas del océano pacifico en los estados de Baja California, Colima, Michoacán, y Guerrero. . Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, ensenada, B.C. 218pp.
- Pacheco-Ruiz, I. 1980. Algas pardas (Feofitas) de la costa del Pacifico entre Bahía de Todos Santos y la frontera con Estados Unidos de América (U.S.A.). Tesis de Licenciatura. FCM, Autónoma de Baja California, México. 58 pp.
- Palleiro-Nayar, J.S. Análisis poblacional del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en la costa occidental de la península de Baja California. ¿Puede considerarse una metapoblación?. Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 2009.
- Parés Sierra .A, M. López Mariscal y E. Pavía López 1997. Oceanografía Física del Océano Pacifico Nororiental 1-24. *Contribuciones a la Oceanografía Física de México*. Monografía No. 3 Unión Geofísica Mexicana 272 p.

- Pares-Sierra, A., Mascarenhas-Da Silveira, A., Marinone-Moschetto, S. G., y Castro-Valdez, R. (2003). Temporal and spatial variation of the surface winds in the Gulf of California. *Geophysical Research Letters*, 30(6): doi 10.1029/2002GLO016176.
- Peña-Manjarrez, J. L., J. Helenes, G. Gaxiola y E. Orellana. 2005. Dinoflagellate cysts and bloom events at Todos Santos Bay. *Continental Shelf Research*, 25: 1375-1393.
- Pérez Gil R. 1998. Una contribución para la comprensión de los usos, valores y tipos de importancia que representan los vertebrados terrestres de México. En *Aspectos económicos sobre la biodiversidad de Mexico* (Benitez Diaz H., Vega Lopez E., Peña Jimenez A. y Avila Foucat S. Eds). CONABIO. Mexico. 203 pp.
- Pérez-Peña, M. 1994. El sistema bentónico sublitoral en la costa norte del Pacífico México-USA: campaña ECOBAC III 0690 (31°30'-32°45'LN). Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
- Pike, G.C. 1962. Migration and feeding of the gray whale (*Eschrichtius gibbosus*). *J. Fish. Res. Bd. Can.* 19(5): 815-38.
- Ramírez-Pulido J, J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. *Acta Zoological Mexicana*. México. 21(1): 21-82.
- Ramos-Rodríguez, S., Ocampo-Torres, F., Nava-Button, C., y Lizarraga-Arciniega, R. (2001). Condiciones oceanográficas y meteorológicas extremas durante el niño 1997–1998, en Rosarito, B. C. En III Congreso Internacional de la AMIP. AMIP. Veracruz, México, 11-13 Octubre.
- Reeves, R. A., B.S. Stewart, P.J. Clapham y J. A. Powell. 2002. *Guide to Marine Mammals of the World*. National Audubon Society. Chanticleer Press Inc. 527 pp.
- Reyes-Coca, S y R. Troncoso-Gaytán. 2004. Modulación multidecenal de la lluvia invernal en el noroeste de Baja California. *Ciencias Marinas*, 30: 99-108.
- Rice, D.W. 1998. *Marine mammals of the world. Systematics and distribution. Special Publication No. 4*. The Society for Marine Mammalogy. Allen Press. USA. 231 pp.
- Rivas-Lozano, A.M. y R. Millán Núñez. 1991. Distribución y abundancia del fitoplancton en la Bahía de Todos Santos (mayo de 1983) *Ciencias Marinas* 17(1): 13-24.
- Rivera Galicia, G.C. 2008. Diversidad y distribución de odontocetos en Costa Azul, Baja California. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 84 pp.
- Rosales-Casián, J.A. 1997. Estructura de la comunidad, integridad biótica y el uso por peces de los ambientes de la zona costera-laguna del Pacífico norte de Baja California. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 201 pp.
- Rugh, D.J., Shelden, K.E.W. and Schulman-Janiger, A. 2001. Timing of the gray whale southbound migration. *Journal of Cetacean Research Management*: 3 (1): 31-39 p.
- Semiat, R. 2000. Desalination – present and future. *Water International* 25: 54-65.

- Serrano-López, J.R. 2000. Subsistema submareal en el corredor costero Tijuana-Ensenada: un ensayo de clasificación con propósitos aplicados. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 88 pp.
- Sibley D.A. 2000. The Sibley guide to birds. National Audubon Society. New York. 544 p.
- Sierra-Carrascal, E. (2003). Influencia de las brisas en las corrientes superficiales a lo largo de la zona costera oceánica entre Rosarito, B. C. y Punta Loma, California, E.U. A.. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Baja California. 66 pp.
- Smith, P.E. and Eppley, R.W. 1982. Primary production and the anchovy population in the Southern California Bight: Comparison of time series. *Limnol. Oceanogr.*, 27: 1–17.
- Sommers, W. T. (1978). Lfm forecast variables related to Santa Ana wind occurrences. *Monthly Weather Review*, 106:1307–1316.
- Stebbings R.C. 2003. Western Reptiles and Amphibians. Peterson Field Guides. 532 pp.
- Sverdrup, H. U. y Fleming, R. H. (1941). The waters off the coast of Southern California, March to July. *Bull. Of the Scripps Ins. Of Oceanography*, 4:261–378.
- Trasviña, A., M. Ortiz-Figueroa, H. Herrera, M.A. Cosío y E. González. 2003. ‘Santa Ana’ winds and upwelling filaments off Northern Baja California. *Dynam. Atm. Oceans*, 37: 113-129.
- Trasvina-Castro, A., Ortiz-Figueroa, M., Herrera, H., y Cosio, M. A. En proceso. Santa ana’ winds and upwelling filaments off the northern Baja California coast. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*
- U.S. GLOBEC. 1994. Eastern boundary current program: A plan for the California Current. Report 11, August 1994. 134 pp.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) Red List of Threatened. <http://www.iucnredlist.org>. Consulta electrónica: 12 de julio de 2013.
- Velázquez-González, B.B. 2003. Distribución y estructura poblacional de dos especies congénicas del anfípodo *Orchestoides* spp. en relación con los cúmulos de macroalgas depositadas en la Playa de Punta Cabras, B.C.. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 91 pp.
- Venrick, E., R. Durazo, A. Huyer, A. Mantyla, W.J. Sydeman, D.D. Wheeler, S.J. Bograd, G. Gaxiola-Castro, K.D. Hyrenbach, F.B. Schwing, D. Checkley, J. Hunter, N.E. Lavaniegos, R.L. Smith. 2003. The estate of the California Current, 2002-2003: tropical and subarctic influences vie for dominance. *CalCOFI. Rep.* 44: 28-66.
- Watson, B.M. 1977. History, status and future of distillation process. Report to OWRT, USDI, Washington, D.C.
- Wells, R. y M. Scott. 2002. Bottlenose dolphins. *Tursiops truncatus* and *T. aduncus*. En: W. Perrin, B. Würsig y J. Thewissen. *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, USA, 122-128 p.
- Young, D.D. y V.G. Cockcroft. 1994. Diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) off the south-east coast of southern Africa: opportunism or specialization? *Journal of Zoology* 234: 41-53 p.

CONTENIDO

<b>FACTOR DE DIFUSIÓN</b>	<b>2</b>
<b>PARTÍCULAS</b>	<b>3</b>
<b>ÓXIDOS DE AZUFRE</b>	<b>5</b>
<b>HIDROCARBUROS</b>	<b>7</b>
<b>ÓXIDOS DE NITRÓGENO</b>	<b>9</b>
<b>MONÓXIDO DEL CARBONO</b>	<b>11</b>
<b>OXIDANTES FOTOQUÍMICOS</b>	<b>12</b>
<b>TÓXICOS PELIGROSOS</b>	<b>13</b>
<b>OLORES</b>	<b>15</b>
<b>RENDIMIENTO DE ACUÍFEROS</b>	<b>18</b>
<b>VARIACIONES DE FLUJO</b>	<b>19</b>
<b>SÓLIDOS DISUELTOS</b>	<b>26</b>
<b>NUTRIENTES</b>	<b>26</b>
<b>VIDA ACUÁTICA</b>	<b>29</b>
<b>COLIFORMES FECALES</b>	<b>29</b>
<b>EROSIÓN</b>	<b>30</b>
<b>PELIGROS NATURALES.</b>	<b>32</b>
<b>PATRÓN DE USO DE SUELOS.</b>	<b>35</b>
<b>ESPECIES SUPERIORES (SALVAJES Y DOMÉSTICAS).</b>	<b>37</b>
<b>AVES DE PRESA</b>	<b>38</b>
<b>ESPECIES MENORES, CACERÍA</b>	<b>40</b>
<b>ANIMALES ACUÁTICOS</b>	<b>41</b>
<b>CULTIVOS</b>	<b>43</b>
<b>ESPECIES AMENAZADAS</b>	<b>44</b>
<b>VEGETACIÓN SILVESTRE</b>	<b>45</b>
<b>PLANTAS ACUÁTICAS</b>	<b>46</b>
<b>EFFECTOS PSICOLÓGICOS</b>	<b>51</b>
<b>EFFECTOS DE COMUNICACIÓN</b>	<b>52</b>
<b>EFFECTOS DE RENDIMIENTO</b>	<b>54</b>
<b>EFFECTOS A LA CONDUCTA SOCIAL</b>	<b>56</b>
<b>ESTILOS DE VIDA</b>	<b>57</b>
<b>NECESIDADES PSICOLÓGICAS</b>	<b>58</b>
<b>SISTEMAS FISIOLÓGICOS</b>	<b>59</b>
<b>NECESIDADES DE LA COMUNIDAD</b>	<b>60</b>
<b>ESTABILIDAD ECONÓMICA REGIONAL</b>	<b>61</b>
<b>INGRESOS Y EGRESOS DEL SECTOR PÚBLICO</b>	<b>62</b>
<b>CONSUMO PER CÁPITA</b>	<b>63</b>
<b>RECURSOS COMBUSTIBLES</b>	<b>65</b>
<b>NO COMBUSTIBLES</b>	<b>67</b>
<b>ESTÉTICOS</b>	<b>68</b>

## FACTOR DE DIFUSIÓN

### Definición del atributo

Se relaciona a los varios aspectos atmosféricos y topográficos del ambiente. Por ejemplo, el perfil vertical de temperatura afecta el movimiento de aire en la atmósfera. El perfil del viento en una región, determina la dispersión de los contaminantes en el ambiente así como el impacto de inversión térmica. La topografía puede cambiar temperatura y perfiles del viento debido a los efectos combinados de fricción de la superficie, radiación, y desague. Los valles son más susceptibles al estancamiento de aire que las colinas lo cual aumenta el nivel de contaminación. La profundidad de mezcla, de hecho, también determina la intensidad de contaminación aérea en una región dada. El grado de estabilidad o inestabilidad de la atmósfera determina hasta qué punto la contaminación aérea puede afectar una región específica. La humedad y presión también afectan la proporción de difusión de un contaminante emitido a la atmósfera. Además, la precipitación es un importante elemento de depuración que puede limpiar los contaminantes dispersos en el aire. Juntos, todos los factores medioambientales anteriores determinan el factor de difusión de una región.

### Actividades que afectan el atributo.

Generalmente, las actividades humanas no afectan el factor de difusión. Sin embargo, desde que la investigación ha mostrado la posibilidad de que ciertas actividades afectan el estado del tiempo y otros factores meteorológicos relacionados, es necesario considerar tales actividades ahora conocidas ( a cierto grado) qué puede impactar el factor de difusión. Por ejemplo, métodos artificiales generadores de tormentas, sembrando de nubes, y la investigación y pruebas de estos nuevos y poderosos métodos pueden causar cambios en el factor de difusión.

### Fuente de efectos.

Como se indicó anteriormente, los impactos de ciertas actividades especializadas pueden tener un efecto mayor en el factor de difusión. La modificación del clima, en términos de siembra de nubes, supresión de granizo, o formas alternas pueden afectar los patrones de precipitación y otros atributos atmosféricos. Los efectos deben ser examinados en base a casos particulares, y cuando detalles de estas actividades estén restringidas, por motivos de seguridad, no será posible proporcionar información detallada sobre sus impactos potenciales.

### Variables a ser medidas.

Las variables medidas para determinar el factor de difusión son muchas. Las mayores son estabilidad, profundidad de mezcla, velocidad del viento, precipitación, y topografía. Las medidas de cada una de estas variables indicarán la magnitud y naturaleza del factor de difusión en una región dada.

### Formas de medición de variables.

Generalmente, los datos de mezcla, estabilidad, profundidad, velocidad del viento, dirección, y precipitación son medidos por estaciones meteorológicas del Servicio de Tiempo Nacional.

### Fuentes de datos.

Las principales fuentes de datos de las variables que definen factores de difusión son el Servicio de Tiempo Nacional y el USGS; que tienen oficinas en la mayoría de las ciudades de EUA.

### Capacitación requerida.

La recopilación y análisis de tales datos requieren de un equipo meteorológico sofisticado. Se necesita de personal con conocimiento de meteorología así como de técnicos especializados para la recopilación e interpretación de la información relacionada a estas variables.

### Instrumentos.

Se requiere de un laboratorio meteorológico de gran escala para monitorear los atributos seleccionados que definen la naturaleza y magnitud del factor de difusión aérea.

### Evaluación e interpretación de datos.

El factor de difusión puede ser clasificado en tres o más valuaciones. Por ejemplo, el factor de difusión puede ser alto, medio, o bajo. La valuación alta representa una calidad medioambiental (CM) con valor 1.0; la valuación media representa un valor de CM de 0.5; y la baja (o pobre) representa un valor de CM de 0.

El impacto ambiental de actividades selectas en el factor de difusión es medido mediante el cambio en valuación del factor de difusión. Cuando el factor de difusión cambia poco y su valuación permanece inalterada, el impacto es considerado insignificante. Cuando el cambio en el factor de difusión es alterado a través de un paso (Ej., entre alto y medio o medio y pobre) se considera que el impacto es moderado. Cuando el cambio en el factor de difusión ocurre a través de dos pasos (Ej., entre alto y pobre), el impacto se trata como significativo.

### Limitaciones geográficas y temporales.

Puede haber variación sustancial, espacial y temporalmente, en el factor de difusión, el cual depende del cambio en las variables determinantes. Es conocido, por ejemplo, que la velocidad del viento, precipitación, estabilidad, y profundidad de mezcla, cambian con el tiempo y localidad en una región dada. Estas variaciones, por consiguiente, alteran el factor de difusión.

### Mitigación del impacto.

Generalmente, el impacto de la mayoría de las actividades en la difusión no se ha definido adecuadamente. Las técnicas de la mitigación tampoco están bien establecidas.

#### **Efectos secundarios.**

El factor de difusión puede relacionarse al patrón de uso de suelo de zonas aledañas a las fuentes de contaminación. La dirección prevaleciente del viento puede crear zonas estéticamente indeseable o medioambientalmente inaceptables durante ciertos momentos o estaciones específicas, si la contaminación aérea no se elimina o se dispersa satisfactoriamente.

#### **Otros comentarios.**

La investigación es necesaria para identificar las actividades potenciales, sus impactos, y las estrategias de la mitigación relacionadas a impactos potenciales en el factor de difusión. También se necesita un modelo matemático para relacionar todas las variables determinantes del factor de difusión. Esto ayudará establecer una relación conveniente entre las variables y el factor de difusión.

Referencias adicionales. Press, 1976. Stern, A. Air Pollution L New York: Academic

## **PARTÍCULAS**

### **Definición del atributo.**

Las Partículas existen en forma de pequeñas partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire. Pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica.

El material particulado son partículas líquidas y sólidas finamente divididas y las suspendidas en el aire del ambiente. Abarcan un rango de más de 100  $\mu\text{m}$  (micras) a menos de 0.01  $\mu\text{m}$  en diámetro. El Material particulado de menor tamaño (menor a 10 micras) suspendido en el aire puede esparcir la luz y puede comportarse como un gas. Estas partículas más pequeñas se conocen como aerosoles.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Muchas actividades humanas generan partículas que se emiten al aire. Éstos incluyen construcción, mantenimiento y actividades de la reparación, transporte, y las actividades industriales. Ejemplos de sub. actividades son: preparación de tierra, demolición, eliminación, y disposición de tierra; excavación, construcción de concreto, el funcionamiento y mantenimiento de aviones, el funcionamiento y mantenimiento de equipo automotor, uso de equipo de la construcción, uso de explosivos, extracción mineral, operaciones de fundición, manufactura, explosivos; y uso de vehículos de transporte.

### **Fuente de efectos.**

En general, la atmósfera contiene naturalmente algún nivel de material particulado. Las emisiones, resultantes de varias actividades, son liberadas a la atmósfera, causando una concentración más alta de material particulado. Las Partículas pueden causar aumento en la mortalidad y morbilidad en la población expuesta agravando enfermedades como bronquitis, enfisema, y las enfermedades cardiovasculares. Las partículas pueden ensuciar ropa y edificios y pueden causar serios problemas de visibilidad. El acero y otras estructuras de metal pueden ser corroídos como resultado de la exposición a las partículas y humedad. El valor de la propiedad, y el bienestar psíquico de las personas pueden disminuir.

### **Variables a ser medidas.**

La concentración de partículas es generalmente medida como la concentración de las partículas sólidas y líquidas promediadas en un periodo de 24 h. Para fines de impacto ambiental, la concentración de las partículas es medida como la media aritmética anual promedio de todas las concentraciones de 24-h de partículas de un sitio específico.

### **Formas de medición de variables.**

La concentración de partículas es normalmente medida mediante el método de los altos volúmenes. El aire es succionado a un recipiente cubierto, a través de un filtro, por un soplador a una velocidad de 35 a 64.Ft<sup>3</sup>/min. Las partículas, que abarcan de 100 a 0.1  $\mu\text{m}$  de diámetro, son colectadas en filtros de fibra de vidrio. La concentración de partículas suspendidas es calculada midiendo la masa de partículas colectadas en el volumen de muestra y está dada en microgramos por el metro cúbico.

### **Fuentes de datos.**

Pueden instalarse muestreadores de los altos volúmenes para monitorear las partículas.

### **Capacitación requerida.**

Entrenamiento profesional básico en ingeniería mecánica o química con entrenamiento especial en operación de muestreadores de alto volumen es adecuado para la recolección de datos de concentración de material particulado. Supervisión especializada es requerida para asegurar que los datos son propiamente colectados y analizados.

### **Instrumentación.**

El aparato usado para muestrear la concentración del material particulado se llama muestreador de aire de altos volúmenes. El muestreador se instala en un resguardo para protegerlo contra temperaturas extremas, humedad, y otras condiciones del tiempo. Tiene un filtro con una eficacia de recolección de aproximadamente 99 por ciento para las partículas de 0.3 mm de diámetro.

### Evaluación e interpretación de datos.

Los efectos primarios del material particulado en la calidad ambiental abarcan desde problemas de visibilidad hasta deterioros de salud. Los problemas de visibilidad ocurren a concentraciones tan bajas como  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cuando la concentración de partículas alcanza aproximadamente los  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la salud humana empieza a ser afectada. Los niveles de concentración mencionados anteriormente se refieren a un periodo de 24 horas del promedio anual. Concentraciones menores a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  también se consideran indeseables para el ambiente ya que las partículas proporcionan núcleos e condensación sobre los cuales gotas de niebla y nubes se establecen. En base a estas consideraciones, se desarrolló una función del valor de partículas, basado en un promedio de 24-h de la concentración anual, como se muestra en la Figura. B.1.

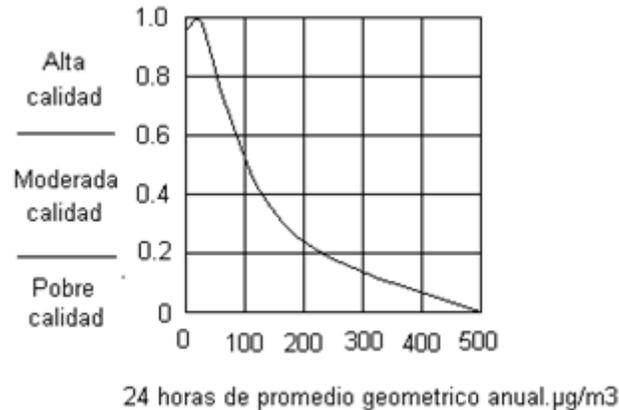


Figura B.1

La determinación del impacto ambiental de las actividades propuestas en el nivel de material particulado es medido mediante el cambio en la concentración de partículas. Cuando la concentración del material particulado cambia de tal forma que su valuación permanece inalterada (Ej., alta calidad del aire permanece como alta calidad), el impacto puede ser considerado insignificante. Cuando un cambio en la valuación de material particulado ocurre a través de dos pasos (Ej., de alta calidad a pobre calidad, y viceversa), el impacto se maneja como significativo; el cambio de uno paso es considerado moderado.

La función del valor de material particulado (Fig. B.1) se usa para tasar la calidad del aire en términos de alta, moderada, y baja calidad, basada en 24-h anual promedio geométrico. Para un valor dado de 24-h la concentración de partículas promedio geométrica anual en el eje horizontal, corresponde un punto en la curva para calidad medioambiental, el cual está dado en el eje vertical de la Figura. B.1 (Ej.,  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$  indican una calidad moderada de 0.4).

### Limitaciones geográficas y temporales.

La concentración de partículas no permanece constante en la totalidad de una región espacial dada. Tampoco permanecerá constante con el tiempo. Pueden esperarse variaciones espaciales y temporales en la concentración de partículas. Generalmente se dice que el impacto de partículas en el ambiente y en humanos depende de la cantidad total de exposición durante el año entero. Las variaciones espaciales pueden ser cuantificadas mediante un análisis de unidades minúsculas de regiones urbanizadas. Esto requiere de cálculos extensos basados en un modelo de difusión o un gran programa de monitoreo. Dado que el uso de una red de monitoreo de gran escala es impráctico en la mayoría de las situaciones el problema se puede tratar mediante el uso de modelos de difusión para predicción de valores de calidad del aire abarcando la totalidad del área espacial.

### Mitigación del impacto.

- Pueden mitigarse impactos por contaminación de partículas mediante cuatro alternativas mayores:
- Reducción de las fuentes de emisión de partículas.
- Reducción o eliminación de receptores de las áreas contaminadas.
- Dispositivos para remoción de partículas como ciclones, cámaras de asentamiento, impactores, limpiadores, precipitadores electrostáticos, y 'bag houses'.
- Uso de ambiente protegido y controlado (Ej., máscaras de oxígenos, centros comerciales cubiertos).

La combinación de las primeras tres alternativas debe considerarse para mantener una estrategia óptima para la mitigación de impactos de contaminación de partículas.

### Efectos secundarios.

Las emisiones de partículas están asociadas a problemas de salud humana y aumentó de mortalidad y morbilidad en la población expuesta. Además de estos efectos directos, las partículas también causan numerosos impactos secundarios. Las partículas ensucian la ropa y estructuras, produciendo pérdida económica. Además de los problemas de visibilidad e incremento del riesgo de accidentes, las consideraciones estéticas reducen el valor de la propiedad y bienestar psíquico general de las personas. El acero y otras estructuras de metal, como resultado de la exposición a partículas y humedad, pueden ser corroídos. La calidad del agua proveniente de escurrimientos de tormenta y vegetación también pueden ser deterioradas mediante material particulado presente.

### **Otros comentarios.**

Las partículas incluso están presentes en el aire más limpio como en los sitios remotos no contaminados por humanos. Las fuentes de contaminación de partículas se relacionan a las actividades como construcción; funcionamiento y mantenimiento industrial; trabajo de la reparación y transporte. Las emisiones automovilísticas son sólo una fuente menor de contaminación por partículas.

## **ÓXIDOS DE AZUFRE**

### **Definición del atributo**

Los óxidos de azufre son contaminantes atmosféricos comunes generados principalmente por procesos de combustión. Los combustibles fósiles, sólidos y líquidos, contienen altos niveles de azufre en forma de sulfuros inorgánicos y compuestos orgánicos de azufre.

Los óxidos de azufre son comúnmente una combinación de dióxido y trióxido de azufre, ácido sulfúrico y ácido sulfuroso. La incineración de combustibles fósiles produce aproximadamente 30 partes de dióxido de azufre por cada parte de trióxido de azufre (30:1). Por lo tanto el dióxido de azufre es la porción dominante del contenido total de óxidos de azufre y por ello, el atributo de óxidos de azufre se define en términos de la concentración del dióxido de azufre.

El dióxido de azufre es un gas no inflamable, no explosivo, transparente y con un olor picante e irritante. La concentración de este gas es expresada en partes por millón (ppm), y representa la magnitud de la contaminación ocasionada por los óxidos de azufre en una región dada.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Muchas actividades humanas requieren del uso de combustibles fósiles de las cuales, el uso de carbón y aceite en la alimentación de hornos, la combustión en plantas generadoras de electricidad y el uso industrial de combustibles fósiles, son consideradas como las principales actividades generadoras de contaminación por dióxido de azufre. Además, del funcionamiento de diversas instalaciones que pueden causar contaminación por dióxido de azufre significativo. Los trabajos de construcción y el transporte también, aunque a menor escala, generan dióxido de azufre derivados del uso de diesel.

### **Fuentes de efectos.**

Entre los efectos de la contaminación por dióxido de azufre se encuentran los siguientes: el incremento de las enfermedades en general; incremento de la tasa de mortalidad; mayor incidencia de bronquitis, enfermedades respiratorias, enfisema y deterioro general de salud. Incluso puede aumentar la corrosión de los metales, causar lesiones crónicas en plantas, provocar la caída excesiva del follaje y reducir la productividad de plantas y árboles. La contaminación por dióxidos de azufre en presencia de partículas y/o dióxido de azufre puede tener impactos sinérgicos en el ambiente. Por ejemplo, una concentración de 0.04 ppm de dióxido de azufre no afecta a pacientes con bronquitis o con cáncer de pulmón. Sin embargo, esta concentración de dióxido de azufre combinado con 160 µg/m<sup>3</sup> de partículas provoca un aumento significativo en la mortalidad por bronquitis y pacientes de cáncer de pulmón (TAJE, 1970).

### **Variables a ser medidas.**

La variable principal que mide la magnitud del problema ocasionado por los óxidos de azufre es el promedio aritmético anual de la concentración de dióxido de azufre presente en el ambiente (en el aire) por día (SO<sub>2</sub>/24 hrs.). Esta variable se usa para predecir impactos potenciales de los óxidos de azufre en el ambiente.

En este caso, el uso de una sola variable no es completamente adecuado pues la concentración de partículas, ozono y óxidos de nitrógeno afectan los impactos de óxidos de azufre. Sin embargo, para simplificar, sólo se ha utilizado una variable.

### **Formas de medición de variables**

La concentración de dióxido de azufre es normalmente medida por el método del pararosanilina. En principio, el dióxido de azufre es absorbido del aire en una solución de tetracloromercurato de potasio (TCM). El complejo resultante se agrega a la pararosanilina y formaldehído para formar una solución ácida intensamente coloreada que se analiza en un espectrofotómetro. El análisis espectrofotométrico, es un método colorimétrico en el que la concentración de dióxido de azufre absorbido es medida por la intensidad del color producido en la solución ácida resultante. El método es recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA) por sus siglas en inglés en los Estándares Primarios y Secundarios de Calidad del Aire.

### **Capacitación requerida.**

Las habilidades requeridas para medir la concentración de dióxido de azufre en aire, pueden ser desarrolladas mediante entrenamiento técnico especial impartido en escuelas técnicas o como parte del entrenamiento laboral. El nivel de entrenamiento técnico en ingeniería mecánica y química es adecuado para desarrollar las habilidades necesarias para operar los sistemas de monitoreo y registro del dióxido de azufre.

### **Instrumentación**

Los instrumentos requeridos para supervisar la concentración de dióxido de azufre son

- Impactor enano de vidrio.
- Bomba de aire.
- Flujo metro.
- Espectrofotómetro.

### **Evaluación y Interpretación de datos.**

La literatura indica que la concentración mínima de dióxido de azufre considerada como dañina para la vegetación es 0.03 ppm. Una concentración de dióxido de azufre menor a 0.03 ppm debe ser considerada característica de un ambiente seguro. Conforme aumente la concentración, se incrementará el daño a la vegetación y a los materiales. También la visibilidad es afectada. A una concentración de 0.2 ppm de dióxido de azufre, se observa un aumento de la tasa de mortalidad. Esta situación debe reflejar un valor de cero en la función de calidad. Basado en estas consideraciones, se desarrolló una función de valores para el óxido de azufre, tal como se muestra en la Figura. B.2.

La determinación de impacto ambiental de las actividades propuestas, en el nivel de dióxido de azufre, es medida mediante el cambio en concentración de este último. Si el valor de la concentración de dióxido de azufre cambia en una magnitud tal que su escala permanece inalterada, el impacto es considerado insignificante (Ej. La concentración de dióxido de azufre nunca sale de los valores de alta calidad). Cuando el cambio del valor de concentración es de un intervalo (Ej. de calidad alta a una calidad intermedia), el impacto se considera moderado. Finalmente, si el cambio en la concentración de dióxido de azufre es tal, que atraviesa dos intervalos (Ej. de calidad alta a calidad pobre) el impacto se considera significativo.

La función del dióxido de azufre (Fig. B.2) se usa para tasar la calidad de aire en términos de alta, moderada y baja calidad basada en la media anual de la concentración por día. Cada valor de concentración promedio anual ubicado en el eje horizontal corresponde a un valor de calidad ambiental ubicada el eje vertical.

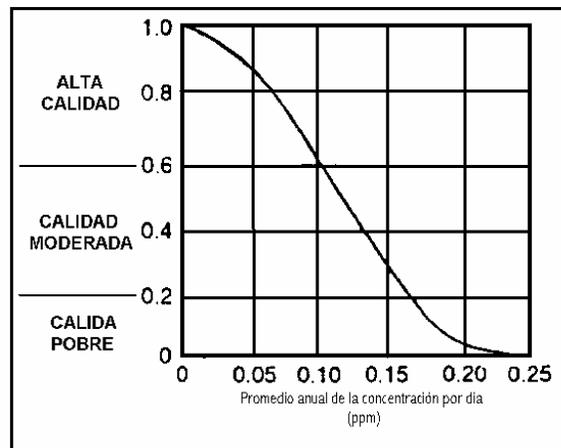


Fig. B.2. Función de concentración de dióxidos de azufre.

#### Limitaciones geográficas y temporales.

La concentración de dióxido de azufre no permanece constante a través del el espacio de cierta región. Tampoco permanece constante en el tiempo. Asimismo, las variaciones espaciales y temporales de la concentración de dióxido de azufre en el ambiente y en los humanos dependen de los niveles de exposición anual total. Para propósitos de análisis, las variaciones espaciales pueden ser evaluadas por unidades de regiones urbanizadas. Esto requiere cálculos extensos basados en modelos de difusión o de un programa amplio de monitoreo. Debido a que el uso de una red de monitoreo de gran escala es poco práctico en la mayoría de las situaciones, el problema puede ser resuelto utilizando modelos de dispersión para predecir los valores de calidad del aire sobre toda el área.

#### Mitigación de impactos.

Los impactos pueden mitigarse por medio de cuatro alternativas principales o una combinación de estas.

- Reducción de emisiones de dióxido de azufre en las fuentes.
- Reducción o remoción de receptores de las áreas contaminadas.
- Dispositivos de remoción de gases que funcionen mediante absorción (en medios líquidos), adsorción molecular y convertidores catalíticos.
- Usos de ambientes protegidos y/o controlados, como máscaras de oxígenos, instalaciones atléticas cerradas, etc.

#### Efectos Secundarios.

Los efectos secundarios de óxidos de azufre incluyen pérdidas económicas y de recursos por daños a la superficie de materiales y vegetación, deterioro en la calidad del agua a consecuencia del "lavado" natural de la atmósfera a través de la precipitación y reducción en la calidad del bienestar y estética general que acompaña la degradación de un recurso vital. Los patrones de uso de suelo y las necesidades comunitarias pueden ser afectados en áreas donde se localicen puntos o fuentes de emisión.

#### Otros comentarios.

El dióxido de azufre generalmente daña la salud y el bienestar de la comunidad. Su impacto puede aumentar sustancialmente por la presencia de partículas suspendidas debido a la relación sinérgica de los dos contaminantes. A pesar de esto, la función de calidad está basada únicamente en la concentración de dióxido de azufre. Esto se hace para simplificar la función. Sin embargo, los impactos se han ajustado para la concentración de partículas que generalmente acompaña a los niveles de dióxido de azufre en el aire ambiente.

## HIDROCARBUROS

### Definición del atributo.

El término hidrocarburo, es generalmente aplicado a diversos compuestos orgánicos emitidos cuando el material orgánico como combustibles de petróleo se quema. Las emisiones de automóviles suman más de la mitad de la compleja mezcla de hidrocarburos emitidos a la atmósfera; los hidrocarburos restantes provienen de fuentes naturales tales como, la descomposición de materia orgánica en la tierra, pantanos y ciénegas; nieblas de hidrocarburos de las plantas y vegetación del bosque; áreas geotérmicas; yacimientos de carbón, gas natural, yacimientos de petróleo e incendios forestales. Normalmente, los hidrocarburos se componen de metano, etano, propano, y derivados de compuestos orgánicos alifáticos y aromáticos.

El atributo de los hidrocarburos se define como la concentración total de hidrocarburo (CTH) presente en el aire ambiental. Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que contienen carbón e hidrógeno; su concentración es medida en partes por millón por volumen o, en microgramos por metro cúbico de aire. Para la mayoría de las ciudades americanas, excepto Los Ángeles, la concentración máxima de hidrocarburos se presenta entre 6 y 9 a. m.

### Actividades que afectan el atributo.

Son muchas las actividades que emiten altos niveles de hidrocarburos al ambiente. Por ejemplo, las actividades industriales, la calefacción de las casas y el uso de vehículos implican la combustión substancial de combustible provocando emisiones de hidrocarburos debido a procesos de combustión deficientes. La gasolina y el diesel, son utilizados en maquinaria y equipo de construcción, operación, mantenimiento, reparación y transporte. Además, muchas actividades industriales incluyen actividades petroleras y petroquímicas que emiten altos niveles de hidrocarburos. Las áreas con vegetación natural y bosques también generan altos niveles de concentración de hidrocarburos.

### Fuente de efectos.

Los hidrocarburos son importantes por su participación en la formación de oxidantes fotoquímicos y humo o "smog". Los efectos directos de los hidrocarburos gaseosos presentes en el ambiente sobre la salud no han sido demostrados. Tales efectos sobre la salud sólo se manifiestan cuando existen concentraciones altas (aproximadamente 1000 ppm o más) que interfieren en la obtención de oxígeno. Se ha encontrado que los hidrocarburos, presentes en la atmósfera, provocan lagrimeo, tos, estornudos, dolor de cabeza, laringitis, faringitis y bronquitis incluso a concentraciones bajas. Además, los hidrocarburos pueden causar problemas respiratorios e irritación de ojos. En combinación con óxidos de nitrógeno, los impactos de los hidrocarburos pueden incrementarse significativamente.

### Variables a ser medidas.

La variable que expresa el impacto de los hidrocarburos es el promedio anual de la concentración ambiental medida en un período de tres horas y se expresa en partes por millón (ppm). La concentración temporal es medida de 6 a 9 de la mañana, hora en que, en la mayoría de las ciudades se presenta el máximo de hidrocarburos en el ambiente.

Las variables de óxido de nitrógeno interactúan de manera sinérgica con la concentración de hidrocarburos. Los óxidos de nitrógeno combinados con hidrocarburos generan oxidantes y forman humo. El impacto del humo es significativamente mayor al de los hidrocarburos solos. Sin embargo, para simplificar, los óxidos de nitrógeno se manejan como una variable separada.

### Formas de medición de variables.

Existen dos métodos diferentes de análisis de hidrocarburos totales:

- Método de ionización de flama.
- Método de espectrofotométrico.

Se recomienda el uso del método de ionización de flama de hidrógeno para medir la concentración total de hidrocarburos. La técnica de ionización de flama utiliza un volumen de aire ambiental ingresado de forma semi-continua (aproximadamente 4 a 12 veces por hora) al detector de ionización de flama de hidrógeno (DIF). Un sensor electrométrico detecta el aumento en concentración del ión que resulta de la interacción de flama de hidrógeno con la muestra de aire contaminada con compuestos orgánicos como hidrocarburos, aldehídos y alcohol. La respuesta de concentración de ión es, aproximadamente, proporcional al número de átomos de carbono orgánico en la muestra. El DIF funciona como un contador de átomos de carbón.

La medición puede efectuarse por dos modos de operación:

- Un análisis cromatográfico completo que muestra el rendimiento continuo del detector.
- Programando el sistema para desplegar un rendimiento seleccionado del detector.

### Capacitación requerida.

Se recomienda un entrenamiento básico profesional en ingeniería mecánica o química, acompañado de un entrenamiento especial en operación de los equipos de monitoreo de contaminantes atmosféricos. Se requiere supervisión especializada para asegurar que los instrumentos operen y graben correctamente. Esto requiere de personal experimentado o de consultores especializados en monitoreo atmosférico.

### **Instrumentación.**

Los instrumentos utilizados para medir hidrocarburos son los siguientes:

- Analizador comercial de concentración total de hidrocarburos (CTH)
- Sistema de muestreo (incluye bomba, control de flujo, válvulas, válvulas automáticas intercambiables y medidor de flujo).
- Filtro en línea o en hoja de fibra de vidrio y sin sujetador con una porosidad de 3 a 5  $\mu\text{m}$ .
- Destapado o en columna (la columna debe reemplazarse cada 2 meses de uso continuo)
- Horno con columna analítica y el convertidor analítico.
- Los instrumentos se instalan y se conectan conforme a las especificaciones del fabricante.

### **Evaluación e interpretación de datos.**

La magnitud del impacto de los hidrocarburos es medida mediante la magnitud en que afecta la concentración de smog. Por lo tanto, este criterio, se ajusta o regula al promedio anual de la concentración medida de 6 a 9 de la mañana. En concentraciones bajas, los hidrocarburos son relativamente indómitos y sin importancia. La calidad del ambiente se deteriora rápidamente conforme la concentración de humo aumenta (Ej. 0.15 a 0.25 ppm). En este intervalo se percibe una disminución aguda en la calidad ambiental. Las concentraciones de hidrocarburos por arriba de las 25ppm, se acercan gradualmente a cero en la función de calidad debido a que el impacto marginal de los hidrocarburos es pequeño. La función de calidad es así, una curva en forma de S. En base a estas consideraciones, se desarrolló la función que se presenta en la Figura. B.3.

La determinación del impacto ambiental de las actividades propuestas sobre los niveles de hidrocarburos es medida a través del cambio en la concentración de los mismos. Cuando el valor de la concentración de hidrocarburos cambia en una magnitud tal que su escala permanece inalterada el impacto es considerado insignificante (Ej. La concentración de los hidrocarburos nunca sale de los valores de alta calidad). Cuando el cambio del valor de concentración es de un intervalo (Ej. de calidad alta a una calidad intermedia), el impacto se considera moderado. Finalmente, si el cambio en la concentración hidrocarburos es tal, que atraviesa dos intervalos (Ej. de calidad alta a calidad pobre) el impacto se considera significativo.

La función de los valores de hidrocarburos (Fig. B.3) se usa para evaluar la calidad del aire en términos de alta, moderada y la baja calidad basada en el promedio anual de la concentración medida en un período de tres horas por día. Para un valor promedio dado en el eje horizontal, existe un punto en la curva que identifica la calidad ambiental tasada en el eje vertical (Ej. 0.3 ppm indica una calidad pobre de 0.15) Fig. B.3.

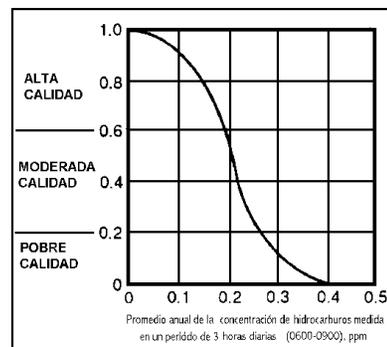


Fig. B.3. Función de concentración de hidrocarburos.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

La concentración de hidrocarburos no permanece constante en el espacio de una región dada y tampoco permanece constante con el tiempo. Por lo tanto, es de esperarse una variación espacio-temporal significativa de la concentración de hidrocarburos. Generalmente se espera que el impacto de hidrocarburos en el ambiente y la salud humana dependan de la exposición total durante los periodos de concentración máxima. Las variaciones espaciales pueden ser evaluadas por unidades de regiones urbanizadas. Esto requiere cálculos extensos basados en modelos de difusión o de un programa amplio de monitoreo. Debido a que el uso de una red de monitoreo de gran escala es poco práctico, en la mayoría de las situaciones, el problema puede ser resuelto utilizando modelos de dispersión para predecir los valores de calidad del aire sobre toda el área.

### **Mitigación de impacto.**

Existen cuatro estrategias principales para la mitigación de impactos de los hidrocarburos en el ambiente. Éstos son:

- Control de emisiones de los vehículos automotores.
- Control de emisión de fuentes estacionarias (incluyendo evaporación, incineración, absorción, condensación y sustitución de materiales)
- Reducción o remoción de receptores de las áreas contaminadas
- Generación de ambientes controlados para evitar la contaminación (como el uso de las máscaras de oxígenos).
- Estas estrategias pueden combinarse para optimizar los resultados de un programa de abatimiento.

#### **Efectos secundarios.**

La producción de hidrocarburos por encima de los niveles aceptables puede producir impactos secundarios tales como la reducción en el valor de la propiedad, cambios de uso de suelo y efectos adversos en la vegetación. El incremento en el número de accidentes, puede estar asociado a reducción de la visibilidad y otros aspectos de salud humana.

#### **Otros comentarios.**

La concentración de hidrocarburos es uno de los parámetros que definen la magnitud de la generación de smog en el ambiente. En la selección de atributos, el ozono no fue incluido debido a que la formación de este último depende de la interacción de los hidrocarburos con los óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar. El ambiente recibe muchos tipos de emisiones de hidrocarburos; por lo tanto, estas emisiones son un indicador importante del impacto ambiental.

### **ÓXIDOS DE NITRÓGENO**

#### **Definición del atributo**

En el ambiente urbano, es posible encontrar muchos tipos de óxidos de nitrógeno. Los más importantes son: óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>); además de estos, el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) es otro óxido de nitrógeno presente en la atmósfera en concentraciones significativas. El término NO<sub>2</sub> a menudo representa la concentración atmosférica compuesta de óxidos de nitrógeno.

Los óxidos de nitrógeno son emitidos por descargas de fuentes de combustión a altas temperaturas. Son el resultado de la reacción del nitrógeno con oxígeno; y en presencia de hidrocarburos producen humo fotoquímico. La concentración de óxido de nitrógeno es medida en partes por millón, por volumen.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Muchas actividades humanas generan óxidos de nitrógeno que se emiten al aire. Actividades Industriales, investigación (actividades de desarrollo y prueba), uso de vehículos automotores y mantenimiento de los mismos y fuentes de combustión estacionarias (plantas generadoras, quemadores de gas natural, maquinaria y equipo de construcción diesel) son algunas de las fuentes generadoras de óxidos de nitrógeno. Una gran porción de los óxidos de nitrógeno es producida por fuentes naturales como la actividad bacteriana en bosques, pantanos y parques.

#### **Fuente de efectos.**

Hay muy poca información sobre los efectos de la concentración de óxidos de nitrógeno, que se encuentran normalmente en el ambiente, sobre la salud. El umbral humano para detectar el olor de dióxido de nitrógeno es de aproximadamente 0.12 ppm. Diversos estudios realizados con humanos y animales, indican que los óxidos de nitrógeno tienen efectos adversos en la salud. El dióxido de nitrógeno es cuatro veces, más tóxico que el óxido nítrico. Además, los óxidos de nitrógeno pueden afectar la vegetación, causando lesiones agudas y crónicas en el follaje, asimismo puede afectar la productividad de ciertas plantas. En presencia de óxido de nitrógeno las aleaciones de níquel son corroídas, las fibras sintéticas se destiñen o deterioran y la ropa blanca se torna amarillenta.

#### **Variables a ser medidas.**

La variable que mide la magnitud de la contaminación por los óxidos de nitrógeno en el ambiente es el promedio anual de la concentración de óxidos de nitrógeno en el aire. El nivel de óxidos de nitrógeno es medido en partes por millón (ppm).

Otros factores o variables que pueden interactuar con los óxidos de nitrógeno son los hidrocarburos y las partículas. Estas variables, aunque actúan de manera sinérgica, se toman en cuenta por separado al definir sus impactos sobre la calidad del aire.

#### **Formas de medición de variables**

El dióxido de nitrógeno es el único óxido de nitrógeno atmosférico que puede medirse directamente con las técnicas actuales. Por consiguiente, para la medición de los óxidos de nitrógeno, estos deben tratarse mediante un convertidor que oxide el óxido nítrico a dióxido de nitrógeno.

El método de referencia para la determinación del dióxido es la técnica de Griess-Saltzman, modificado por la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA por sus siglas en inglés).. Es un método de 24-h de muestro continuo. En principio, el aire contaminado con dióxido de nitrógeno es burbujeado en nitrato de sodio. La concentración del nitrato en la solución de la muestra se mide por colorimetría por la reacción de un agente absorbente expuesto con ácido fosfórico, sulfanilamida y solución NEDA.

#### **Fuentes de los datos.**

Se pueden instalar equipos de muestreo y monitoreo a distancias críticas de las fuentes de la emisión para determinar los niveles de óxidos de nitrógeno generados por actividades particulares.

#### **Capacitación requerida.**

Para coleccionar datos relativos a óxidos de nitrógeno se requiere de un entrenamiento profesional básico en ingeniería mecánica o química, reforzado con entrenamiento especial en operación de dispositivos de muestreo de aire. Se requiere de vigilancia especializada para asegurar que los datos sean debidamente coleccionados y analizados. La vigilancia especializada debe incluir a personal o consultores experimentados entrenados en el campo de monitoreo atmosférico.

### Instrumentación.

El dióxido de nitrógeno se mide con un aparato que contiene los siguientes componentes:

- Tubos de absorción
- Sonda con filtro de membrana, embudo de vidrio y trampa.
- Dispositivo para control de flujo con una aguja hipodérmica calibrada a 27 y protección de filtro de membrana.
- Bomba de aire capaz de mantener el flujo a 0.2 L/min y un vacío de 0.7 atmósferas.
- Equipo de calibración.

### Evaluación e interpretación de datos.

Generalmente, la concentración de óxido de nitrógeno debajo de los 0.05 ppm (en promedio anual) no representa un problema de salud. Pero exposiciones a concentraciones sobre este nivel pudieran estar relacionadas con una mayor incidencia de problemas respiratorios agudos. A niveles más altos que aquellos normalmente presentes en el ambiente, es decir, aproximadamente 0.05 ppm, el dióxido de nitrógeno actúa como un agente tóxico. Basado en estas consideraciones, se ha desarrollado una la función de óxido nitrógeno que se muestra en la Figura. B.4.

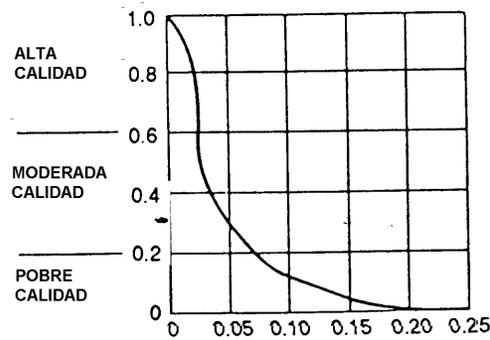


Figura B.4 Promedio anual de concentración, ppm

La determinación de impacto ambiental de las actividades propuestas en el nivel de óxidos de nitrógeno es medida a través del cambio en la concentración de óxidos de nitrógeno (NOx). Cuando la concentración de NOx permanece inalterada (Ej. alta-calidad a alta-calidad), el impacto es considerado insignificante. Cuando el cambio en la concentración de NOx es tal que su valoración cambia de intervalo (Ej. de calidad alta pasa a calidad moderada), el impacto se considera moderado. Cuando ocurre un cambio en los NOx, que atraviesa dos intervalos (Ej. de calidad alta pasa a calidad pobre y viceversa), el impacto es considerado significativo.

La función de óxidos de nitrógeno (Fig. B.4.) se usa para tasar la calidad del aire en términos de alta, moderada y baja calidad basada en la media anual de la concentración. Cada valor de concentración promedio anual ubicado en el eje horizontal corresponde a una escala de calidad ambiental ubicada el eje vertical.

### Limitaciones geográficas y temporales.

La concentración de dióxido de nitrógeno no permanece constante en el espacio de una región dada. Tampoco permanecerá constante con el tiempo. Pueden esperarse importantes variaciones espaciales y temporales en la concentración de dióxido de nitrógeno. Generalmente, se supone que el impacto de dióxido de nitrógeno en el ambiente y en los humanos depende de la cantidad total de exposición durante un año. Las variaciones espaciales pueden ser consideradas mediante el estudio de unidades pequeñas de regiones urbanizadas. Esto requiere cálculos extensos basados en un modelo de difusión o de un programa de monitoreo a gran escala. El uso de una red de monitoreo de gran escala es poco práctico en la mayoría de las situaciones, el problema puede resolverse adecuando el modelo de difusión para predecir la calidad de aire en el espacio de un área determinada.

### Mitigación de impacto.

Hay cinco estrategias principales para la mitigación de impactos de dióxido de nitrógeno en el ambiente. Éstos son:

- Control de emisiones de vehículos automotores.
- Control de emisiones de las fuentes estacionarias (incluso la incineración y evaporación).
- Reducción o remoción de receptores de las áreas contaminadas
- Dispositivos de absorción de gases (medios líquidos), adsorción (cedazos moleculares) y convertidores catalíticos.
- Creación de ambiente controlados (Ej. uso de máscaras de oxígeno).

Estas estrategias pueden combinarse para optimizar la obtención de resultados satisfactorios de un programa de abatimiento de la contaminación.

### Efectos secundarios.

Los efectos secundarios de la contaminación por óxidos de nitrógeno incluyen pérdidas económicas que van desde daños a la vegetación, hasta el deterioro de materiales de construcción. Así como cambio en el uso de suelo, reducción de los valores de propiedad y aumentó de accidentes debidos a la formación de humo y otros efectos directos.

## MONÓXIDO DEL CARBONO

### Definición del atributo

El monóxido de carbono (CO) es el contaminante atmosférico más común y de más amplia distribución. La mayor parte del CO atmosférico es producido por las combustiones incompletas de materiales con carbono usadas como combustible en vehículos, sistemas de calefacción, procesos industriales y la quema basura.

### Actividades que afectan el atributo.

Todas las actividades que involucran la combustión de materiales orgánicos son fuentes de CO. Además, las actividades industriales contribuyen a la carga de CO en el aire. El CO también se forma por las explosiones y disparos de armas y también se produce naturalmente.

### Fuente de efectos.

Los efectos adversos en la salud humana han sido observados en exposiciones de 8 h o más a concentraciones de CO de 12 a 17 mg/m<sup>3</sup> (10 a 15 ppm). Dichos efectos adversos consisten en la alteración de percepción de tiempo, deterioro físico, estrés fisiológico en las personas con padecimientos cardiacos, etc.

### Variables a ser medidas.

La concentración de CO es medida en miligramos por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>). Este parámetro mide la cantidad máxima de CO en 8 hrs. y 1 hr.

### Formas de medición de variables

El método de referencia para el monitoreo continuo de monóxido de carbono es la espectrometría infrarroja no dispersiva. Esta técnica de medición está basada en la absorción de radiación infrarroja por el monóxido de carbono. La concentración de CO es determinada mediante la comparación de absorción de la radiación infrarroja que pasa a través de una celda de referencia y una celda de prueba.

Los instrumentos disponibles poseen un intervalo de 0 a 58 mg / m<sup>3</sup>. La sensibilidad es de 1 por ciento de la escala de respuesta total por 0.6 mg CO/m<sup>3</sup> (0.5 ppm).

### Capacitación requerida

Es necesario un entrenamiento profesional básico en ingeniería mecánica o química, reforzado con un entrenamiento especial en la operación de dispositivos de muestreo atmosférico para colección de datos relativos al monóxido de carbono. Se necesita vigilancia especializada para asegurar que los datos sean colectados y analizados apropiadamente. La vigilancia especializada debe incluir a personal o los consultores experimentados en el campo monitoreo atmosférico.

### Instrumentos.

Los instrumentos recomendados para medir monóxido de carbono son:

- Espectrofotómetro infrarrojo comercial no dispersivo.
- Sistema colector de muestra (incluyendo bomba, válvula de control de flujo y correntímetro)
- Filtro en tira (porosidad de 2 a 10 µm para capturar partículas grandes).
- Control de humedad (unidades de refrigeración o los tubos secantes)
- Los instrumentos se instalan y se conectan de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

### Evaluación e Interpretación de datos.

Generalmente, el monóxido de carbono no representa un problema de salud pública cuando la exposición continua es a concentraciones de 10 a 15 ppm, sin embargo, puede causar problemas de percepción del tiempo. Niveles de CO iguales a 30 ppm pueden provocar daños fisiológicos que se enfatizan en pacientes con enfermedades cardiacas, mientras que concentraciones de 8 a 14 ppm se relacionan al incremento en las tasas de mortandad de pacientes hospitalizados por infartos al miocardio.

### Limitaciones geográficas y temporales.

La concentración de monóxido de carbono no permanece constante en el espacio de una región dada. Tampoco permanece constante con el tiempo. Pueden esperarse importantes variaciones espaciales y temporales en la concentración de monóxido de carbono. Generalmente, se supone que el impacto del monóxido de carbono en el ambiente y en los humanos depende de la cantidad total de exposición durante un año. Las variaciones espaciales pueden ser consideradas en el estudio de unidades pequeñas de regiones urbanizadas. Esto requiere cálculos extensos basados en un modelo de difusión o de un programa de monitoreo a gran escala. El uso de una red de monitoreo de gran escala es poco práctico en la mayoría de las situaciones por lo que el problema puede resolverse adecuando un modelo de difusión para predecir la calidad de aire en el espacio de un área determinada.

### **Mitigación de impactos.**

Hay tres estrategias principales para mitigar el impacto de monóxido de carbono en el ambiente. Éstos son:

- Control: de emisiones vehiculares.
- Control: de emisiones de fuentes estacionarias.
- Reducción o remoción de receptores de las áreas contaminadas.

### **Efectos secundarios.**

Hasta el momento, los Impactos secundarios específicos ocasionados por el aumento de las emisiones de monóxido de carbono se relacionan a la salud humana, pérdidas económicas e incremento en la tasa de accidentes. Sin embargo, los efectos a largo plazo sobre el ecosistema no han sido identificados.

## **OXIDANTES FOTOQUÍMICOS**

### **Definición del atributo.**

Los oxidantes fotoquímicos son producto de las reacciones atmosféricas entre los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno que se activan en presencia de luz solar. El producto de estas reacciones más común y el más medido en la atmósfera es el ozono. Otros oxidantes de interés incluyen peroxiacetil de nitrato (PAN) y acroleína. Las técnicas de medición atmosférica determinan las propiedades de oxidación netas de los contaminantes atmosféricos y reportan concentraciones de oxidantes fotoquímicos como concentración de ozono equivalente. Los oxidantes fotoquímicos pueden encontrarse en cualquier lugar. Los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno reaccionan entre sí con la presencia de luz solar.

### **Actividades que afectan el atributo**

Todas las actividades que generan óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, contribuyen simultáneamente a la generación de oxidantes fotoquímicos. Las actividades industriales, el funcionamiento y mantenimiento de vehículos automotores y las fuentes de combustión estacionarias son los principales emisores de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Además existen muchas actividades que operan con petróleo y compuestos petroquímicos que emiten altos niveles de hidrocarburos.

### **Fuente de efectos.**

Los datos obtenidos de estudios realizados en humanos y animales son escasos e inadecuados para determinar la toxicidad potencial de los oxidantes fotoquímicos. La presencia de lesiones en la vegetación es una de las manifestaciones más tempranas de contaminación atmosférica por oxidantes fotoquímicos. Estos oxidantes, pueden provocar tanto lesiones agudas como crónicas en el follaje. En algunas especies sensibles, las lesiones en las hojas se presentan después de un período de exposición de 4 horas a 100 µg/m<sup>3</sup> (0.05 ppm). Se conocen oxidantes fotoquímicos que pueden afectar algunos materiales. Los polímeros y el plástico son materiales especialmente sensibles a la acción de los oxidantes fotoquímicos.

### **Variables a ser medidas.**

La concentración de ozono es medida en microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>), como la media máxima de la concentración por hora.

### **Formas de medición de variables**

Puesto que el ozono es el mayor constituyente de los oxidantes fotoquímicos, se usa como sustancia de referencia para el reporte de los niveles de oxidantes fotoquímicos.

Para su medición, se captura aire ambiente y al mismo tiempo se agrega etileno a un medio de mezcla, donde el ozono del aire reacciona con el etileno y emite una luz que es detectada por una celda foto multiplicadora. La foto resultante se amplifica y se despliega en un registrador. El intervalo de la mayoría de los instrumentos va de 0.005 ppm a más de 1 ppm de ozono. La sensibilidad es 0.005 ppm de ozono.

### **Fuente de datos**

Se pueden instalar equipos de monitoreo en lugares críticos para determinar el nivel de oxidantes fotoquímicos generado por sus actividades

### **Capacitación requerida.**

Se requiere de un entrenamiento profesional básico en ingeniería mecánica o química, acompañado de un entrenamiento especial en la operación dispositivos de muestreo atmosférico adecuado para recolectar datos de oxidantes fotoquímicos. Se necesita vigilancia especializada para asegurar que los datos sean propiamente colectados y analizados. La vigilancia especializada debe incluir a personal o consultores experimentados y entrenados en monitoreo ambiental.

### **Instrumentación.**

Los instrumentos necesarios para llevar a cabo la medición de oxidantes fotoquímicos incluyen:

- Celda de detección.
- Flujómetro capaz de controlar flujos de aire entre 0 y 1.5 L/min.
- Flujómetro para etileno capaz de controlar flujos de entre 0 y 50 ml/min.
- Filtro de entrada de aire capaz de remover todas las partículas mayores que 5 µm de diámetro.

- Tubo foto multiplicador.
- Fuente de poder de alto-voltaje (2000 V)
- Amplificador de corriente directa y un registrador.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Los valores de concentración de oxidantes fotoquímicos que se reportan, son el resultado de mediciones realizadas entre 6 a 9 de la mañana. A concentraciones bajas, los oxidantes fotoquímicos no representan un problema. Sin embargo, la calidad del ambiente se deteriora rápidamente conforme se propician las condiciones de formación de humo o “smog”, por ejemplo, cuando la concentración de hidrocarburos cambia de 0.15 a 0.25 ppm. El nivel de oxidantes presentes durante la mañana determina la cantidad de oxidantes que se presentarán en el resto del día. Después del ocaso las concentraciones de oxidantes se reducen.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

La concentración de oxidantes fotoquímicos no permanece constante en el espacio de una región dada. Tampoco permanecerá constante con el tiempo. Pueden esperarse importantes variaciones espaciales y temporales en la concentración de oxidantes fotoquímicos. Generalmente, se espera que el impacto de oxidantes fotoquímicos en el ambiente y los humanos dependan de la cantidad total de exposición durante el año entero. Las variaciones espaciales pueden ser consideradas mediante el estudio de unidades pequeñas de regiones urbanizadas. Esto requiere cálculos extensos basados en un modelo de difusión o de un programa de monitoreo a gran escala. El uso de una red de monitoreo de gran escala es poco práctico en la mayoría de las situaciones, el problema puede resolverse adecuando un modelo de difusión para predecir la calidad de aire en el espacio de un área determinada.

#### **Mitigación de impacto.**

Todas las estrategias de mitigación de los hidrocarburos y óxidos de nitrógeno son aplicables a los oxidantes fotoquímicos.

#### **Efectos secundarios.**

La sensibilidad de la vegetación al efecto de los oxidantes fotoquímicos tiene como resultado pérdidas económicas, así como otros impactos secundarios en el equilibrio ecológico. Otras pérdidas económicas se presentan en el deterioro de materiales y reducción del valor de la propiedad.

## **TÓXICOS PELIGROSOS**

#### **Definición del atributo.**

Existen muchas clases de contaminantes atmosféricos que pueden ser liberados al ambiente. Algunos de estos elementos o compuestos tóxicos son el arsénico, asbesto, bario, berilio, boro, cadmio, cromo, cobre, plomo, molibdeno, níquel, paladio, titanio, tungsteno, vanadio, zinc, circonio, mercurio, fenoles y desechos radiactivos. A ciertas concentraciones estos tóxicos pueden causar serios daños en la salud y el bienestar de una comunidad expuesta. El deterioro de la salud por exposición a estos tóxicos puede aumentar la mortalidad, la morbilidad, la susceptibilidad a las enfermedades y disminución de la productividad.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Los tóxicos peligrosos pueden ser generados por actividades humanas como la construcción; funcionamiento, mantenimiento y reparación de sistemas; actividades industriales; actividades de investigación, desarrollo y pruebas y demolición de estructuras. Actividades tales como el pavimentado de carreteras con acabados de asbesto causan serios problemas de contaminación de este componente.

La manufactura de relojes, cuerdas, mechas, tuberías, productos de cemento, materiales resistentes al fuego y aislantes, productos para fricción, papel, fieltro, azulejos, pinturas, recubrimientos, selladores, adhesivos, plásticos puede producir emisiones visibles de asbesto. También las emisiones de la industria de construcción producen cantidades sustanciales de polvo de asbesto

#### **Fuentes de efectos.**

Los tóxicos peligrosos ponen en riesgo la salud y pueden producir enfermedades de una naturaleza crónica. Por ejemplo, la exposición a altas concentraciones de polvo de asbesto por largos periodos puede provocar cáncer bronquial. Además, el asbesto es una agente causante de mesoteliomas; tumores y cáncer del piel, intestino y abdomen. La mayoría de las enfermedades relacionadas con el asbesto tienen un periodo latente de 30 años.

En la actualidad, las investigaciones han podido establecer un límite superior de concentración al cual el polvo de asbesto puede ser dañino para el ser humano. Sin embargo, la EPA recomienda que ninguna emisión visible sea permitida para actividades generadoras de asbesto.

El berilio es otro contaminante atmosférico peligro que puede afectar seriamente a la salud humana. Sus efectos son agudos y crónicos su inhalación es letal, efectos dérmicos y conjuntivos, induce el cáncer y otras enfermedades relacionadas con este compuesto. Se ha determinado que la concentración más baja de berilio capaz de producir alteraciones en la salud es de 0.01 µg/m<sup>3</sup>. A una concentración de 0.10 µg/m<sup>3</sup> la mayoría de personas expuestas desarrollará alguna de las llamadas enfermedades del berilio.

#### **Variables a ser medidas.**

La variable que mide la magnitud del impacto de un toxico peligroso en específico varia para cada toxico. Por ejemplo, se exige que las concentraciones de berilio no excedan 10g durante un período 24 hrs. mientras que las emisiones de radionucleidos no deben exceder la cantidad que cause que alguna persona reciba una dosis equivalente a la de un año.

### **Formas de medición de variables**

Hay muchos métodos diferentes para medir los varios tóxicos peligrosos.

### **Capacitación requerida.**

Las habilidades requeridas para el empleo de varias técnicas de medición de tóxicos peligrosos no están bien definidas en la literatura y se requiere de una supervisión especializada para su aplicación. Se requiere de servicios de asesoría especializada para implementar estas técnicas de medición.

### **Instrumentos.**

Se deben diseñar complejos trenes de muestreo para cada caso. El espectro completo de instrumentación necesaria para la medición de cada toxico peligroso esta descrito en algunos de los documentos estándares mencionados anteriormente.

### **Evaluación e interpretación de datos.**

No existe una función de valores disponible para los tóxicos peligrosos identificados en el ambiente. Generalmente, para cada tóxico peligroso, es posible establecer los límites superior e inferior de la concentración aceptable en el ambiente. El límite superior de aceptación se denomina nivel permisible, el exceso es considerado indeseable, inaceptable y dañino a la salud humana. Por otro lado, el límite de concentración más bajo aceptable se denomina como nivel deseable, debajo del cual las concentraciones en el ambiente y la calidad de aire pueden ser consideradas aceptables; es decir, la función de valor es igual a 1.

No se han establecido límites de emisión para todos los tóxicos peligrosos conocidos. La EPA ha establecido límites para los principales tóxicos peligrosos.

El impacto ambiental de las actividades propuestas en los niveles de tóxicos peligrosos es medido mediante el cambio en la concentración de estos. Cuando el valor de la concentración cambia en una magnitud tal que su escala permanece inalterada el impacto es considerado insignificante (Ej. La concentración de los hidrocarburos nunca sale de los valores de alta calidad). Cuando el cambio del valor de concentración es de un intervalo (Ej. de calidad alta a una calidad intermedia), el impacto se considera moderado. Finalmente, si el cambio en la concentración de tóxicos peligrosos es tal, que atraviesa dos intervalos (Ej. de calidad alta a calidad pobre) el impacto se considera significativo.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

La concentración de los tóxicos peligrosos no permanece constante en el espacio de una región dada y tampoco permanece constante con el tiempo. Por lo tanto, es de esperarse una variación espacio-temporal significativa en la concentración de tóxicos peligrosos. Generalmente se espera que el impacto de tóxicos peligrosos en el ambiente y la salud humana dependan de la exposición total durante los periodos de concentración máxima. Las variaciones espaciales pueden ser evaluadas por unidades de regiones urbanizadas. Esto requiere de cálculos extensos basados en modelos de difusión o de un programa amplio de monitoreo. Debido a que el uso de una red de monitoreo de gran escala es poco práctico, en la mayoría de las situaciones, el problema puede ser resuelto utilizando modelos de dispersión para la predicción de calidad del aire sobre toda el área.

### **Mitigación del impacto.**

Existen cinco estrategias principales para la mitigación de impactos resultantes de tóxicos peligrosos:

- Uso de materiales que no generan tóxicos peligrosos
- Aplicación de procesos que no generan tóxicos peligrosos
- Evasión o reducción de las actividades generadoras de tóxicos peligrosos.
- Remoción de emisiones peligrosas
- Reubicación de las personas de las áreas contaminadas.

### **Efectos secundarios.**

Los efectos secundarios de los tóxicos peligrosos incluyen pérdidas económicas, deterioro de la salud y descenso de la productividad. También el detrimento de calidad de agua como resultado del “lavado del aire” por procesos naturales. Los efectos en la vegetación y la fauna (acuática y terrestre) varían en función del tipo de tóxico y concentración.

### **Otros comentarios.**

Los tóxicos peligrosos son poderosos agentes perjudiciales para la comunidad. Cualquier tipo de industria puede causar daño si se le permite ser negligente con sus emisiones. Cualquier intento por parte de la industria para obligar a la comunidad a tolerar niveles de tóxicos peligrosos resultantes de sus actividades debe ser desalentado firmemente. El uso de este parámetro ayudará a identificar problemas potenciales derivados de las diversas operaciones.

## OLORES

### Definición del atributo.

Los malos olores industriales generalmente se consideran inofensivos, aunque frecuentemente provocan pérdida de personal y autoestima comunitaria, pérdida de status social y económico, incomodidad, náusea, pérdida del apetito e insomnio. Ciertamente, el efecto de los olores sobre la salud y el bienestar humanos fue reconocido recientemente y se le ha prestado poca atención a este contaminante en la literatura.

Los malos olores generalmente son causados por compuestos orgánicos y compuestos sulfurosos. Esta descripción característica del olor resultante es aceptada por la mayoría de los descriptores. Algunos de los descriptores comunes se mencionan en la Tabla B.1. Para cada olor contaminante se puede definir una concentración a la cual el olor no es percibido por un panel de individuos. La concentración es generalmente conocida como umbral olfativo o umbral de olor. El umbral olfativo de un grupo seleccionado de compuestos sulfurosos se presenta en la Tabla B.2.

**Tabla B.1 Selección de mal olores y contaminantes**

Componentes químicos o tipos de material	Descripción común de los olores
Acetaldehído	Fruta
Ácido acético	Vinagre
Acetona	Quita esmalte
Acetileno	Etéreo, ajo
Fibra africana	Mohoso, agrio
Aceite de plátano	Quita esmalte
Proteína de tostada	Tostado-quemado, grano chamuscado
Desechos de conservas	Huevo podrido
Bisulfuro del carbono	Huevo podrido
Tetracloruro de carbono	Líquido limpiador
Alquitrán	Creosota
Peces podrido	Seboso
Sulfuro de dimetil	Verduras podridas
Recubrimientos esmaltadas	Aceite graso de linaza.
Ácidos graso	Vaselina, manteca de cerdo.
Fermentación	Levadura o la cerveza rancia.
Espuma de caucho	Azufre agrio.
Gas casero	Olor a gas.
Sulfuro de hidrógeno	Huevo podrido
Indol	Aroma a baño
Yodoformo	Yodo.
Medicinas	Yodoformo.
Metil etil cetona	Quita esmalte
Metil	Col o repollo podrido
Aceites: ricino, coco, soja, linaza,	Grasa rancia
Resinas fenólicas	Ácido carbólico
Fenoles	Ácido carbólico.
Encierro de cerdos (chiquero)	Lagunas de desperdicios
Piridina	Olor acrimonioso, similar al bolo alimenticio de los animales rumiantes.
Fosa séptica	Huevo podrido.
Skatole	Aroma a baño.
Secado de lodo	Grano tostado.
Dióxido de azufre	Irritante, fuerte, sofocante.

La intensidad del olor es medida por el estímulo del sentido del olfato resultante de cierta concentración de aromatizante. De acuerdo con la Ley de Weber-Fechner, la intensidad de olor aumenta de manera logarítmica con el incremento en concentración del olor.

### Actividades que afectan el atributo.

La actividad industrial; la investigación, el desarrollo y las rutinas de prueba, diversas operaciones y actividades de mantenimiento son, potencialmente, capaces de emitir olores contaminantes. Los ejemplos específicos incluyen las industrias: metalúrgica, química, petrolera, alimenticia y las actividades de horneado.

### Fuentes de los efectos.

Los malos olores pueden afectar la salud y bienestar de una comunidad. Estos efectos causan pérdida de personal y la autoestima comunitaria; reducen el valor de la propiedad; provocan manchas en platería y pinturas; provocan la corrosión del acero; reducen el apetito, producen náusea, vómito y dolor de cabeza; perturban el sueño, la respiración y el sentido del olfato. Lo anterior genera impactos significativos causando gran preocupación pública.

### Variables a ser medidas.

Existen dos variables principales que determinan la magnitud de los problemas de olor. El primero es concentración promedio anual de ciertos olores contaminantes en partes por millón (ppm) por volumen. Esta medida es útil al estimar la magnitud de la contaminación para un determinado punto receptor dentro de una comunidad. El segundo, es la intensidad de olor determinada por un “jurado de olores” de ocho personas. La escala de intensidad de olor tiene los siguientes niveles:

Las variables de concentraciones e intensidad, se usan indistintamente al medir el olor.

### Forma de medición de variables

Existen dos métodos para medir malos olores: Método de escenciómetro y Jurado de olores.

Un escenciómetro puede usarse para medir intensidades de olor de ambiente al pasar a través de áreas polvorientas. Los olores fuertes y constantes son medidos por un escenciómetro en una milla cuadrada de área. Este dispositivo de vigilancia rutinaria, pueden identificar el nivel del umbral, las posibles áreas con problemas de olores, patrones de intensidad de olores, etc., sobre de una región determinada.

Por otro lado, un juzgado de olores puede usarse para verificar la fuente de un olor no identificado, determinar la intensidad de olor y daño potencial de un olor específico.

Niveles	Descripción
0	Inoloro
1	Umbral del olor (olor casi imperceptible)
2	Olor leve
3	Olor moderado
4	Olor fuerte

### Capacitación requerida.

El uso de un escenciómetro requiere por lo menos de un entrenamiento de nivel de técnico y la experiencia de un año en el uso del el equipo. El “juzgado de olores” no requiere una calificación específica o entrenamiento formal, pero requiere de la selección cuidadosa de jurados basada en la sensibilidad olfativa y entrenamiento continuo de los jurados para desarrollar percepción apropiada de diferentes tipos de olores.

### Instrumentación

El escenciómetro es el único equipo que se utiliza para detectar problemas de olores. El segundo método (es decir, juzgado de olores) no requiere en lo absoluto de equipo.

### Evaluación e interpretación de datos.

Un ambiente sin olores se considera un ambiente ideal el cual equivale a un valor de calidad ambiental de 1.0. La concentración del umbral del olor representa un nivel tolerable de contaminación por olores en el aire; como tal, tiene un valor de calidad ambiental de 0.6. La función de valor cae rápidamente cuando se presenta un ligero olor y llega a 0 con un olor fuerte. Basada en las consideraciones anteriores, la función de valor para diferentes olores se presenta en la Figura. B.5. Para fines prácticos, el umbral de cualquier olor es la concentración del olor que sólo puede ser detectada por el 5 ó 10 % de los jueces. El olor ligero se detecta aproximadamente por el 20 ó 25 % de los panelistas. El olor moderado se percibe aproximadamente por el 40 % de los integrantes del jurado y el olor fuerte se percibe aproximadamente por el 100% de los jueces.

### Limitaciones geográficas y temporales.

La concentración de olores no permanece constante en el espacio de una región dada y tampoco permanece constante con el tiempo. Por lo tanto, es de esperarse una variación espacio-temporal significativa de la concentración de olores. Las variaciones espaciales pueden ser evaluadas en pequeñas unidades de regiones urbanizadas. Esto requiere de cálculos extensos basados en modelos de difusión o de un programa amplio de monitoreo. Debido a que el uso de una red de monitoreo de gran escala es poco práctica, en la mayoría de las situaciones, el problema puede ser resuelto utilizando modelos de dispersión para predecir los valores de calidad del aire sobre toda el área.

**Tabla B.2. Umbrales típicos de percepción de olores.**

Compuestos	ppm por volumen
Acetaldehído	0.2
Ácido acético	1
Acetona	100
Acroleína	0.2
Acrylonitrilo	20
Alil cloruro	0.5
Amonio	50
Anilina	1
Benzeno	5
Cloruro benzoico	0.05
Sulfuro benzoico	0.002
Bromo	
Ácido butírico	0.05

Compuestos	ppm por volumen
Bisulfuro del carbono	0.001
Tetracloruro de carbono	0.2
Hidrato de cloral	20
Cloro	0.05
o-Cresol	0.3
Dimetil acetamida	0.001
Dimetil sulfuro	50
Difenil sulfuro	100
Etanol	0.001
Etil acrilato	0.005
Etil mercaptan	10
Formaldehído	0.0005
Ácido clorhídrico	0.001
Sulfuro de hidrógeno	1
Metanol	10
Cloruro de metilo	0.0005
Metil-etil cetona	100
Metil-isobutil cetona	200
Metil mercaptano	10
Metil metracrilato	0.5
Nitrobenceno	0.002
Etileno perclorico	0.2
Fenol	0.2
Fosgeno (oxicloruro de carbono)	0.005
Fosfina	5
Piridina	0.05
Estileno	1
Dicloruro de azufre	0.02
Dióxido de azufre	0.02
Tolueno	0.05
Tricloetileno	0.001
p-Xileno	0.5

La determinación del impacto ambiental de las actividades propuestas sobre los niveles de olor es medida a través del cambio en la concentración de los mismos. Cuando el valor de la concentración de olores cambia en una magnitud tal que su calidad permanece inalterada el impacto es considerado insignificante (Ej. La concentración del olor nunca sale de los valores de alta calidad). Cuando el cambio del valor de concentración es de un intervalo (Ej. de calidad alta a una calidad intermedia), el impacto se considera moderado. Finalmente, si el cambio en la concentración de olores es tal, que atraviesa dos intervalos (Ej. de alta calidad a calidad pobre) el impacto se considera significativo.

La función de valor del olor (Fig. B.5) se usa para tasar la calidad del aire en términos de alta, moderada y baja calidad en base a la intensidad. Para un valor dado de intensidad de olor en el eje horizontal de la Figura, B.5, existe un punto en la curva que identifica la calidad ambiental del eje vertical (Ej. una intensidad de olor mayor a 0.2 indica una calidad moderada).

#### **Mitigación del impacto.**

Los diferentes métodos para disminuir los impactos potenciales de contaminantes olorosos incluyen:

- Dilución de olores (la dilución puede cambiar la naturaleza así como la fuerza de un olor)
- Neutralización del Olor (ciertos pares de olores en concentraciones apropiadas pueden neutralizarse)
- Olor enmascarando o cubriendo (ciertos malos olores más débiles pueden ser enmascarados o suprimidos por un olor agradable más fuerte)
- Reducción en la emisión del olor
- Remoción de los afectados de las áreas contaminadas y/o de la ruta de influencia de los olores ocasionada por el patrón de vientos.
- Fatiga de la percepción olfativa (ciertos niveles de olor pueden ser tolerados como resultado de la fatiga de la percepción olfativa después una exposición prolongada)
- La planeación ayudar a establecer combinaciones óptimas de estas alternativas de mitigación con el fin de asegurar que la solución esté disponible para toda la comunidad.

#### **Efectos secundarios.**

Los efectos adicionales de los malos olores incluyen la disminución del status socio-económico, perjuicios a la reputación de la comunidad, desaliento a la inversión y el turismo. Los efectos sobre el ecosistema y las poblaciones animales no han sido determinados en su totalidad.

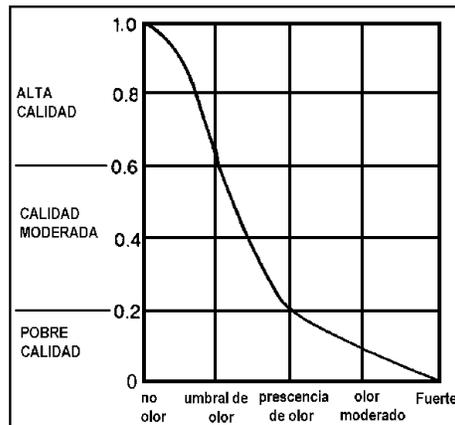


Figura B.5. Valor de la función olor

## RENDIMIENTO DE ACUÍFEROS

### Definición del atributo.

El rendimiento de un acuífero se excede cuando la tasa de extracción sobrepasa la tasa de recarga. El rendimiento de acuíferos describe la disponibilidad general del sistema de aguas subterráneas para uso humano sin alcanzar un nivel de agotamiento total del acuífero. El rendimiento de acuíferos incorpora atributos físicos del acuífero, entre los cuales se encuentran porosidad, permeabilidad, transmisibilidad (permeabilidad multiplicada por grosor del acuífero) y el coeficiente de almacenaje.

### Actividades que afectan al atributo.

Varias actividades humanas afectan el rendimiento de acuíferos. El rendimiento de un acuífero (disponibilidad del recurso de agua) puede decrecer debido al sobre bombeo o la restricción del flujo de agua a través del acuífero. Durante el sobre bombeo causado por turbulencia en la cavidad del pozo, material sedimentario fino al estar en movimiento en sitios cercanos al pozo, puede causar un descenso en el movimiento de agua hacia el pozo. Los patrones de uso de suelo pueden reducir la infiltración al subsuelo de una manera significativa. Así mismo, la inyección inadecuada de desechos puede causar un taponamiento de la formación debido a los sólidos en suspensión presentes o la actividad bacteriológica.

La fuga de rellenos sanitarios también puede tapar los poros. Todos estos factores provocan la disminución de transmisibilidad de un acuífero y resultan en el decremento del rendimiento del acuífero. En regiones que dependen del agua del subsuelo como fuente del recurso, la disminución en rendimiento puede ser un factor no deseado en lo absoluto. El decaimiento de la tabla de agua puede causar controversia pública, aun en regiones sumamente dependientes en aguas superficiales como recurso. En regiones costeras, la extracción no controlada de agua del subsuelo puede ocasionar que el efecto natural del flujo subterráneo, hacia el mar, se revierta y se observe intrusión de agua salada a los mantos acuíferos.

Varias actividades pueden incrementar la disponibilidad de agua debido al incremento en la entrada de agua al sistema, lo cual puede resultar en el levantamiento de la tabla de agua y el incremento del rendimiento del acuífero. Algunos ejemplos de dichas actividades incluyen la contención de agua, construcción de reservorios y cambios en la topografía que aumenten la precolación. Altos niveles en la tabla de agua generalmente están acompañados de anegado en agua en suelos y problemas de agua durante excavaciones.

### Fuente de los efectos.

Como es mencionado anteriormente, muchas actividades pueden desestabilizar el rendimiento de acuíferos mediante la alteración directa o indirecta de los factores físicos como: permeabilidad, porosidad y las condiciones de la superficie del suelo. Los efectos pueden dañar y reducir los recursos subterráneos potenciales.

### Variables a ser medidas; formas de medición.

El rendimiento máximo es medido en miles de acre-pie de agua extraída por unidad de tiempo (usualmente un año); el método de medición está basado en varias técnicas que utilizan pruebas extensivas de bombeo.

### Evaluación e interpretación de datos.

La información disponible a cerca de la relación entre el grado de cambio en el rendimiento de acuíferos e impactos ambientales es extremadamente limitada. En este momento no sería posible emitir un juicio cuantitativo. De cualquier modo, dado que el objetivo ambiental es la reducción del impacto, un juicio cualitativo se puede realizar asociado a la desviación de las condiciones naturales. En la tabla B.3 se sintetizan cinco grados de impactos ambientales basados en el juicio cualitativo y la tabla B.4 provee los estándares nacionales de EUA de agua apta para beber.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Los impactos relacionados al rendimiento de acuíferos generalmente ocurren en áreas (1) con alta dependencia en recursos acuáticos subterráneos; (2) con un alto nivel en la tabla de agua; o (3) con altos niveles de precipitación estacional y por consiguiente infiltración.

#### **Mitigación de impactos.**

Todas las actividades capaces de cambiar la naturaleza física del acuífero, de afectar el escurrimiento superficial e infiltración, y, en general, incrementar o reducir la disponibilidad de agua del acuífero, deben ser cuidadosamente reguladas. Actividades que afectan el recurso incluyen el cambio en el uso de suelo, actividades de relleno sanitario, creación de lagunas, construcción de reservorios, inyección de pozos profundos y modificación de la taza de bombeo. Se deben realizar exámenes completos para investigar la hidrológica subterránea existente, así como la selección de técnicas correctivas para minimizar los efectos adversos. Estos se pueden relacionar a la pendiente del terreno y la topografía; área superficial; película retensora de reservorios, lagunas y rellenos sanitarios; y la inyección de pozos profundos. La taza de bombeo puede ser ajustada para minimizar el impacto. La recarga artificial también puede ser empleada.

#### **Efectos secundarios.**

La alteración en el rendimiento de acuíferos puede estar relacionada a otros atributos en términos de efectos secundarios. Aparte de ser una necesidad comunitaria, la seguridad en la reserva del recurso es necesaria para la estabilidad económica regional y comunitaria. También puede afectar al patrón de uso de suelo, ya que es un factor requerido en el uso doméstico, industrial y agrícola.

### **VARIACIONES DE FLUJO**

#### **Definición del atributo.**

La velocidad del flujo y taza de descarga son factores extremadamente importantes en varios sentidos para los organismos acuáticos, incluyendo el transporte de nutrientes y comida orgánica que pasa por áreas de organismos sésiles; el transporte de plancton y organismos bentónicos en deriva, que de echo sirven de alimento para organismos de mayor tamaño; y la adición de oxígeno al agua a través de la aireación superficial. El transporte de limos corriente abajo es en forma suspendida y sedimento de mayor diámetro es transportado por arrastre. Estos, en general, están asociados a nutrientes mayores, como nitrógeno y fósforo, los cuales pueden ser liberados en su recorrido corriente abajo.

La variación natural del flujo es, por lo tanto, un factor crítico que gobierna el tipo de sistema ecológico que se desarrolla y sobrevive en un área acuática. Si el patrón de la variación del flujo es cambiado de una forma marcada con referencia a lo que es natural, puede resultar en el desequilibrio de la ecología natural.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades mayores que pueden influir la corriente incluyen: proyectos del recurso agua y cambios en la superficie del suelo y su topografía por los diferentes proyectos de uso de tierra. Esto puede incluir trabajos de preparación de sitio, remoción terrígena, perforación de suelo, pavimentación y construcción de edificios. Otras actividades incluyen la modificación de la vegetación la cual puede alterar los modelos de escurrimiento, y cambios en el consumo y retorno de agua.

#### **Fuentes de efectos.**

Los proyectos del recurso de agua pueden ser para el control de inundaciones (que reduce flujos altos), generación de energía (que minimiza condiciones de bajo-flujo), o cualquier uso deseado que altere el patrón de flujo. El proyecto de uso de suelo altera el escurrimiento, la infiltración, y evaporación en la cuenca de drenaje. Estos cambios pueden aumentar o disminuir el escurrimiento. Otros atributos afectados por estas actividades son sólidos suspendidos y nutrientes en el campo acuático; ellos pueden, a su vez, afectar la población de organismos fotosintéticos y, así, la cadena alimenticia. Las variaciones de flujo directas son causadas por demandas municipales, industriales, y/o agrícolas y la fluctuación del flujo retorno de estos usuarios.

#### **Variables a ser medidas; y formas de medición**

La medición de flujo es relativamente simple. Hay muchos tipos de dispositivos automáticos de medición de flujo que pueden instalarse en una corriente de agua seleccionada y están comercialmente disponibles. La unidad típica de medida de flujo es pies cúbicos por segundo (ft<sup>3</sup>/s). La medición de velocidad puede ser lograda mediante corrientímetros los cuales registran pies por segundo (ft/s).

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Si la variación de flujo es rápida y extensa, tendrá un mayor impacto en la ecología natural. Sin embargo, debido a la falta de información, la clasificación de agua no puede hacerse en base a una medida cualitativa. Se resumen cinco grados de impacto medioambiental en la tabla B.3. Esta clasificación está basada en condiciones cualitativas u observadas

#### **Condiciones especiales.**

Las variaciones de flujo pueden llegar a ser significantes en condiciones extremas (flujos bajos y flujos altos). Bajo las condiciones de flujo bajo, la capacidad asimilativa natural de un arroyo dado es muy reducida, y los efectos adversos de cargas de desechos naturales y humanos son muy críticos. A flujos altos, el daño físico de la vegetación, debido a inundaciones, se vuelve una preocupación mayor.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Las consideraciones de bajo-flujo son de importancia en todos los arroyos; sin embargo, estos eventos son de interés particular para áreas que han estado sometidas a periodos prolongados de sequía. Estos periodos frecuentemente coinciden con verano, cuando la actividad biológica es alta y el volumen de oxígeno disuelto en arroyos está en su mínimo, lo que hace al problema significativo.

Los impactos asociados a condiciones de alto-flujo son más susceptibles a ocurrir en áreas y climas con posibilidad de inundación.

### **Mitigación de Impacto.**

Todas las actividades como proyectos de uso de suelo y retención de agua deben de ser consideradas para minimizar las variaciones de flujo promedio natural

### **Efectos secundarios.**

Las variaciones de flujo inducidas por los humanos pueden tener impactos secundarios en la ecología y de uso de suelo, y el dominio socio-económico. Muchas especies de plantas y vida animal son sensibles a variaciones y requieren de rangos específicos de las condiciones de flujo. El desarrollo de planicies de inundación puede ser una función del grado de control de las variaciones de flujo. Las pérdidas económicas son sentidas a través de inundaciones agrícolas así como áreas construidas, y los efectos psicológicos adversos son aparentes cuando existe amenaza de inundación.

## **Aceite**

### **Definición del atributo.**

El derrame de aceites (Ej., petróleo) es escasamente visible a una concentración de aproximadamente 25 gal/m<sup>2</sup>. A aproximadamente 50 gal/m<sup>2</sup>, se observa una película de aceite de aproximadamente 3.0 x10<sup>-6</sup> de grueso y es vista como un lustre plateado en la superficie. El aceite es destructivo para la vida acuática de las siguientes maneras:

- El aceite libre y emulsiones pueden cubrir y pueden destruir algas y el plancton
- Una capa pesada puede interferir con los procesos naturales de aeración y fotosíntesis
- Los fragmentos solubles en agua pueden ejercer una acción tóxica directa
- El asentamiento de aceite puede cubrir el fondo, destruir organismos del bentos, e interferir con áreas de desove.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades mayores responsables de la contaminación por aceite, Incluyen: cloacas y aguas de lastre descargadas por embarcaciones; desechos de aceite de refinerías; desechos de plantas industriales, como aceite, grasa, y lubricación de maquinaria, estaciones de gasolina; y derrames accidentales.

### **Fuentes de efectos.**

El aceite puede terminar en aguas naturales por la descarga directa o por escurrimientos superficiales. La descarga directa puede provenir de la cloaca y aguas del lastre o de derramamiento accidental de barcas petroleras. Indirectamente derrames de aceite pueden provenir de escurrimientos superficiales, desagües de tormenta o sobrecarga de cloacas. En todos los casos, el daño podría ser severo y muy duradero.

Los parámetros de calidad de agua que se ven afectados por descarga de aceites son: el oxígeno, apariencia general, sabor y olor.

### **Variables a ser medidas formas de medición.**

El aceite disuelto o emulsificado es extraído del agua mediante el contacto íntimo con varios solventes orgánicos. Los resultados se expresan en miligramos de aceite o grasa por litro. Otras medidas cualitativas incluyen (1) percepción visual de derrames de aceite, (2) el sabor y olor aceitoso en peces e invertibrado comestibles, y (3) cobertura de bancos y fondos o daño de la biota asociada. La medición cuantitativa de aceite y grasa se determina mediante la extracción en un embudo de separación con triclorotrifluoroetano o éter de petróleo. La técnica se usa como análisis rutinario en agua y análisis de aguas de desecho

### **Evaluación e Interpretación de datos.**

Debido a la falta de información, la clasificación de agua no puede hacerse en base a medidas cuantitativa o concentraciones Se resumen cinco grados de impactos de agua en Tabla B.3 en base a condiciones cualitativas observadas.

### **Mitigación del Impacto.**

La contaminación por aceite puede ser minimizada mediante el control de descargas directas en aguas naturales. El escurrimiento superficial de áreas de manejo de aceites debe ser tratado para la separación de aceite antes de la descarga en el ambiente. Si se combinan desechos de aceite con alcantarillado sanitario, será necesaria la separación de aceite en las instalaciones de tratamiento de aguas negras. La generación de lagunas de residuos de aceite y disposición de la tierra de lodos aceitosos deben restringirse para evitar en lo posible la contaminación del agua del subsuelo.

### **Efectos secundarios**

Se manifiestan efectos secundarios de descargas de aceite a través de impactos en la ecología acuática y de la corriente, pérdida económica a través de disminución de zonas recreativas, y disminución del valor de la propiedad si las descargas son frecuentes. El incremento de las

actividades de exploración, producción y transporte de petróleo pueden aumentar la controversia y dividir a las comunidades, altera los patrones de uso de suelo, e indirectamente afecta al mercado de suelo público y privado si tiene o no cualquier derramamiento real en el lugar.

## **Radioactividad**

### **Definición del atributo.**

Radiación ionizada, cuando es absorbida por el tejido viviente en cantidades substancialmente sobre el de fondo natural, es ofensiva. Es, por consiguiente necesario impedir alcanzar los niveles excesivos de radiación en cualquier organismo, sea humano, pez, o invertebrado.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades humanas responsables de riesgos radioactivos son: la aplicación de métodos nucleares en la generación de energía, operación industrial, laboratorios médicos, investigación y desarrollo, prueba de armas nucleares, y guerra radioactiva. En todas las aplicaciones, pueden liberarse sustancias radioactivas accidentalmente, por la planeación y control inadecuado de la actividad, o por disposición de residuos radioactivos.

### **Fuentes de efectos.**

La radioactividad, una vez liberada al ambiente acuático, puede: (1) permanecer en solución o en suspensión, (2) precipitarse y establecerse en el fondo, o (3) ser absorbida por plantas y animales. Inmediatamente a la introducción de materiales radiactivos en el agua, los desechos pueden diluirse por dispersión o pueden concentrarse por los procesos de amplificación biológica, o bioacumulación (son procesos en el que algunas sustancias se concentran al pasar por la cadena trófica)

### **Variables a ser medidas, y formas de medición.**

La medida de radioactividad es el Curie (Ci), la cantidad de cualquier material radiactivo en la cual las desintegraciones por segundo son  $3.7 \times 10^{10}$ ; ésta es una cantidad grande de radioactividad. Dos unidades más pequeñas, micro Curie ( $\mu\text{Ci}$ ,  $10^{-6}$  Ci) o pico Curie (pCi,  $10^{-12}$  Ci o 2.22 desintegraciones por minuto), es el que se usa a menudo. La mayoría de los desechos radiactivos pueden ser diluidos en agua a debajo del límite aceptable. El límite aceptable de radiación en agua natural se toma como  $10^{-7}$   $\mu\text{Ci/ml}$  cuando la actividad es causada por una mezcla desconocida de emisiones isotópicas beta y gamma. Las técnicas de medición no son difíciles porque la radiación es contada con equipo de alta sensibilidad y estabilidad que son comercialmente disponibles.

### **Evaluación y interpretación de datos.**

Es difícil de determinar los efectos a largo plazo de los desechos radioactivos en la vida acuática. Por esta razón, y como una medida práctica, la radioactividad que excede el límite aceptable de  $10^{-7}$   $\mu\text{Ci/ml}$  puede ser considerada perjudicial a la salud humana y la vida acuática. La Tabla B.3 muestra cinco clases de impactos en el agua.

### **Condiciones especiales.**

Deben tomarse precauciones especiales para prevenir la entrada de materiales radioactivos al suelo o aguas superficiales usadas para: suministros de agua para beber, producción de peces, o recreación.

### **Mitigación del impacto.**

La descarga de desechos radiactivos debe de supervisarse y controlarse. La radioactividad en drenajes después de tratamiento, es probable que se concentre en el lodo, por lo tanto la disposición de lodos radioactivos se convierte en un problema difícil. Por consiguiente, deben tratarse los desechos que contienen radioactividad separadamente por medio de los procedimientos de lavado, los sólidos o salmuera deben disponerse con un cuidado especial (inyección a un pozo profundo o contención). La Precipitación de polvo radiactivo inducirá radioactividad en escurrimientos superficiales, para lo cual el tratamiento es una tarea difícil. Todos los esfuerzos deben, por consiguiente, minimizar la descarga de radioactividad en el ambiente.

### **Efectos secundarios**

Mientras que generalmente se entiende. Que los organismos acuáticos, son relativamente tolerantes a materiales radiactivos, poco es conocido del mecanismo de concentración de elementos por estos organismos y los efectos que puede tener en los humanos u otros organismos consumidores. Considerando que ha habido pocos casos de contaminación radiactiva real de recursos del agua, el temor a tal contaminación tiene un impacto mucho mayor. Estos temores han producido controversia y han alterado patrones de uso de suelo y han tenido otros efectos socio-económicos.

## **Sólidos suspendidos**

### **Definición del atributo.**

Los sólidos suspendidos son sólidos contenidos en el agua que no están en solución. Ellos son distinguidos de los sólidos disueltos por pruebas de filtración de laboratorio. Los sólidos suspendidos comprenden los componentes sedimentables, los flotantes (gravedad específica más baja que el agua), y no sedimentables (suspensión coloidal). Éstos pueden contener sustancias orgánicas (sólidos suspendidos volátiles) o inertes (no volátiles). La turbidez puede ser causada por una gran variedad de materiales suspendidos, yendo en tamaño de partículas coloidales a una dispersión tosca, dependiendo en la turbulencia y propiedades de dispersión de luz de los materiales suspendidos.

Los sólidos suspendidos son quizás de mayor importancia desde el punto de vista estético. Las aguas naturales pueden contener amplias variaciones de sólidos suspendidos. Éstos pueden ser debidos a: arcilla, limo, sílice, materia orgánica, microorganismos, o alcantarillado. Los sólidos suspendidos pueden ser indeseables de muchas maneras. En suministros públicos de agua, el agua turbia es difícil y costosa de filtrar. La desinfección puede requerir de dosificación química más alta si el agua es turbia. También, los sólidos suspendidos excesivos pueden ser dañinos a los peces y otras formas de vida acuática ya que cubren las branquias, cubren a los organismos bentónicos, reducen la intensidad de la radiación solar, afectando de este modo la cadena trófica natural. En trabajos de control de la contaminación de arroyos se considera que todos los sólidos suspendidos son sólidos sedimentables debido a que eventualmente (por descomposición bacteriana y fluctuaciones químicas) esos sólidos se depositan.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades directamente responsables en la suspensión de sólidos son: el dragado, las descargas del alcantarillado, construcción de estructuras hidráulicas, y lavado de la arena gruesa. Las actividades que indirectamente afectan al nivel de sólidos suspendidos son resultado del uso de suelo, sitios de limpia, pavimentado de superficie, construcción, trabajos de jardinería, y desechos de minado. Todos cambian el patrón de escurrimiento superficial que, en la mayoría de los casos, incrementa los flujos de tormenta. La carga de sólidos suspendidos en el escurrimiento de la superficie puede cambiar considerablemente debido a la erosión. También, las variaciones de flujo en arroyos pueden cambiar la carga del lecho y transporte de sólidos.

#### **Fuente de efectos.**

Como se discutió anteriormente, muchas actividades aumentarán o disminuirán la concentración de sólidos suspendidos en aguas naturales. Puede mencionarse que en repetidas ocasiones este efecto puede ser temporal. Por ejemplo, el dragado puede aumentar el nivel de sólidos suspendidos durante la actividad. Después de la realización del dragado, el cauce puede ponerse más profundo y más ancho; así, el dragado puede reducir velocidad realmente y pueden propiciar la depositación de solutos. Igualmente, muchas otras actividades, como construcción, preparación del sitio, y excavación, pueden tener efectos que deben evaluarse como de largo plazo o corto plazo

Muchos atributos de calidad del agua pueden ser afectados por cambios en la concentración de sólidos suspendidos. Éstos incluyen oxígeno disuelto (DO) (debido al aumento en fotosíntesis), el enriquecimiento de nutrientes, y efectos nocivos directos para peces y otras formas de vida acuática mediante el recubriendo de agallas o cubriendo organismos bentónicos, por ejemplo.

#### **Variables ser medidas; y formas de medición.**

Los sólidos suspendidos sedimentables son medidos en mililitros por el litro de agua. Los sólidos suspendidos son medidos mediante filtración de una muestra a través de un filtro de membrana o de fibra de vidrio en un crisol Gooch. La turbidez es medida en unidades netas de transferencia equivalente a la interferencia a la transmisión de luz causada por 1 mg/L de una suspensión estándar.

Muchos tipos de instrumentos disponibles comercialmente pueden medir continuamente y gravar la turbidez y los sólidos suspendidos en agua. Estos se basan en la transmisión, difracción, y absorción de luz a través de su trayectoria estándar de luz.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

La calidad de agua es considerada más baja con el aumento de turbidez y sólidos suspendidos.

#### **Mitigación del impacto.**

El impacto provocado por sólidos suspendido puede ser minimizado mediante el control de las descargas de desechos que contienen sólidos suspendidos; esto incluye alcantarillado sanitario y los desechos industriales. También, toda actividad que aumente la erosión o contribuya con nutrientes para al agua (el cual estimula el crecimiento de las algas) debe minimizarse.

Las actividades de lavado de arena gruesa, desechos de minería, y que causen polvo pueden ser controlados utilizando la tecnología disponible.

#### **Efectos secundarios.**

El aumento en contenido de sólidos suspendido puede provocar impactos secundarios en los atributos socio-económico resultando en pérdida de productividad (Ej., declinación de la pesca) y reducción de varias actividades recreacionales. Adicionalmente, el aumento de los costos para quitar sólidos suspendidos para el uso de agua doméstica o industrial puede ocurrir. Los efectos a largo plazo incluyen la sedimentación de los depósitos, reducción de la capacidad útil, llenado de áreas de pantanos y estuarios y reducción del hábitat productivo.

### **Contaminación térmica**

#### **Definición del atributo**

La temperatura es uno de los principales reguladores de los procesos naturales. Además de afectar las tasas de reacciones químicas, la temperatura regula las funciones fisiológicas de los organismos y actúa directa o indirectamente en combinación con otros constituyentes del agua, que afectan la vida acuática con cada cambio. La temperatura del agua controla la fecundación y la crianza, regula la actividad y estimula o suprime el crecimiento; puede ser mortal cuando se eleva o disminuye repentinamente. El agua fría generalmente suprime el desarrollo, mientras que el agua templada, generalmente acelera la actividad.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades humanas que afectan este atributo son: la descarga de agua con temperaturas superiores o inferiores a aquellas temperaturas presentes en el cuerpo de agua receptor. Las descargas calientes, pueden provenir de fuentes tales como generadores térmicos, operación de maquinaria pesada y actividades industriales. Las aguas frías pueden provenir de grandes reservorios o almacenes.

#### **Variables a ser medidas y métodos de medición.**

La medición de temperatura es simple y exacta. Existen muchos tipos de dispositivos automáticos para medir la temperatura, disponibles en el mercado. La escala de medición casi siempre se expresa en grados Centígrados (Celsius) o Fahrenheit. La predicción de los efectos de un proyecto sobre la temperatura de agua es un problema complejo que puede ser estudiado a través del uso de modelos matemáticos de mezcla e intercambio de calor en ambientes acuáticos.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

En la evaluación de la calidad ambiental, los efectos de la temperatura se manejan mejor en términos de la magnitud de la diferencia de las condiciones naturales. En la Tabla B.3 se sintetizan cinco clases principales de impactos acuáticos, basados en el aumento de temperatura sobre las condiciones naturales. Las diferencias aceptables de temperatura del ambiente pueden variar con la localidad, por lo tanto deben consultarse las normas locales (estatales o municipales) de calidad de agua.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Algunos problemas de neblina pueden estar asociados con descargas de agua caliente en aguas con temperaturas bajas o frías o bajo condiciones climáticas especiales.

#### **Mitigación de impactos.**

Pueden usarse torres de enfriamiento para convertir sistemas abiertos en sistemas cerrados. Una manera muy eficaz es utilizar aguas residuales tratadas (como drenaje, descargas industriales, almacenamiento de escurrimientos superficiales) como agua de enfriamiento externo. Muchas plantas industriales contemplan estos sistemas de enfriamiento como una buena opción. El cromo puede recuperarse de la torre de enfriamiento antes de que el tratamiento y la descarga del residuo de la torre escurran. Se debe determinar la dosis efectiva para controlar la descarga de agua en reservorios estratificados.

#### **Efectos secundarios.**

Los efectos en el ambiente acuático provocados por la alteración de la temperatura pueden a su vez, tener otras consecuencias biofísicas y socio-económicas. El incremento de la temperatura en los cuerpos de agua acelera la evaporación y por consiguiente la concentración de sólidos suspendidos en el agua. Este y otros impactos en la actividad biológica pueden alterar los factores estéticos y recreativos de un área. Dependiendo de las circunstancias, estos efectos pueden ser de naturaleza positiva o negativa. Por otro lado la adición de calor puede acelerar los procesos de eutroficación y disminuir el uso recreativo del área. En otras ocasiones este efecto puede ser de beneficio en el uso recreativo al incrementarse la productividad del sistema. Para la acuicultura y encierros de peces, el efecto de descargas termales se ha propuesto como un posible impacto positivo.

### **Ácidos y álcalis**

#### **Definición del atributo.**

Los residuos de ácidos y álcalis descargados al agua pueden cambiar la capacidad autorreguladora del sistema. El pH del agua puede cambiar significativamente, dependiendo de la cantidad de ácidos y/o álcalis descargados. El cambio en el pH natural es peligroso para los peces y otros organismos acuáticos. Un pH menor a 5.0 y mayor a 9.0 puede ocasionar una gran mortalidad de peces.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades que pueden contribuir a las descargas de ácidos y álcalis al ambiente son los desechos industriales de licorerías, curtidoras, actividades de acabado de metales, procesamiento de alimentos, derrames accidentales de sustancias químicas y minería.

#### **Fuente de los efectos.**

Los residuos que contienen ácidos y álcalis pueden ser extremadamente dañinos para el medio acuático. La toxicidad debida a la solubilidad o precipitación de metales pesados se incrementa debido a su efecto sinérgico. También la capacidad de natural del agua para asimilar desechos orgánicos disminuye notablemente por el efecto de estos residuos.

#### **Variables a ser medidas y formas de medición.**

El pH es considerado como un parámetro de gran importancia para el diagnóstico de la calidad del medio acuático. Un pH alto reflejan situaciones alcalinas y un pH bajo indica una condición ácida (una solución neutra esta representada por un valor de pH= 7.0). La medición de pH es simple y existen varios instrumentos de medición continua disponibles comercialmente.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Dado que el valor natural de pH varía de una localidad a otra, la mejor forma de determinar el pH esta en términos de la variación respecto al valor natural. La Tabla B.3 sintetiza cinco clases de impactos acuáticos basados en la variación del pH normal. Se asume que tanto la variación

positiva como negativa del pH es dañina para el sistema acuático. Esto puede no ser el caso en situaciones normales pero debido a la falta de evidencia científica, esta asunción puede considerarse válida.

#### **Condiciones especiales.**

En algunos casos los desechos alcalinos o ácidos pueden ayudar a equilibrar el pH. Las descargas ácidas de la actividad minera son un ejemplo de descargas que pueden neutralizarse con otra descarga de sustancias alcalinas, de cualquier manera existen métodos de control más efectivos de tratamiento de las descargas.

#### **Efectos secundarios.**

Los efectos secundarios en la acidez o alcalinidad del agua corresponden a cualquier actividad o condición que deteriore la calidad del agua. Las pérdidas económicas y sociales incluyen: la disminución de la productividad, el detrimento de los beneficios recreativos y el costo adicional en el tratamiento de aguas residuales para corregir problemas relacionados con el pH.

### **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

#### **Definición del atributo**

La DBO del agua es un bio-ensayo directo para medir la cantidad de oxígeno requerido para biodegradar la cantidad de materia orgánica presente. Por lo tanto, este es un indicador de la demanda de oxígeno que será removido del agua durante la asimilación biológica de los contaminantes orgánicos. La prueba de DBO es ampliamente utilizada para determinar la carga orgánica de las descargas residuales domésticas e industriales, en función del oxígeno que será requerido para oxidar la materia orgánica si fuesen descargadas directamente en cuerpos receptores naturales con predominancia de condiciones aeróbicas. Esta prueba es una de las más importantes en el control de la contaminación de efluentes. Mediante esta prueba es posible determinar en cualquier momento el grado de contaminación orgánica en aguas naturales. Asimismo, este examen es de suma importancia en trabajos reguladores y en estudios diseñados para evaluar la capacidad de purificación de los cuerpos receptores de agua.

#### **Actividades que afectan al atributo.**

Las actividades asociadas con las operaciones municipales e industriales cotidianas contribuyen a la generación de desechos de DBO. El drenaje sanitario, los desechos hospitalarios, los establecimientos dedicados al manejo de alimentos, lavanderías y el lavado de pisos en los comercios, constituyen las principales fuentes de aporte de desechos de DBO. Si todas las descargas son colectadas por una red de drenaje hasta un colector central, se debe administrar un tratamiento adecuado que minimice el impacto sobre el sistema de aguas superficiales. En caso de que existan fosas sépticas, pozos de absorción o estructuras similares el agua del subsuelo de áreas cercanas se puede ver adversamente afectados.

#### **Fuente de efectos.**

Las descargas con un alto contenido de material orgánico impone una demanda de oxígeno del cuerpo natural de agua y reduce el nivel de oxígeno disuelto. Si las aguas residuales son tratadas, la combinación de los derrames de las alcantarillas y los escurrimientos superficiales en ocasiones pueden tener efectos principalmente en condiciones climáticas lluviosas. Todos los parámetros directa o indirectamente relacionados con el oxígeno disuelto también afectan la asimilación de los desechos orgánicos. Estos parámetros incluyen: la profundidad del agua, velocidad del flujo, temperatura y velocidad del viento. (Ver sección relacionada a Oxígeno disuelto para una discusión general).

#### **Variables a ser medidas y métodos de medición.**

Los valores de DBO son generalmente expresados mediante la cantidad de oxígeno consumido (mg/L) por los organismos en un periodo de 5 días a 20° C de temperatura. Varios otros parámetros, como la demanda química de oxígeno (DQO) y el carbón orgánico total (COT) son también utilizados para representar la cantidad de materia orgánica presente en el agua y en las aguas residuales. El valor de la DQO indica el total de la materia químicamente oxidable presente y normalmente es mayor que la DBO. El COT es la estimación de carbono adherido. Ambas pruebas están fuertemente relacionadas con la DBO y son empleadas en programas de monitoreo de calidad del agua y aguas residuales.

Los laboratorios realizan de forma rutinaria monitoreos de DBO mediante técnicas de dilución. Los resultados se obtienen al transcurrir 5 días. Algunas variaciones de esta prueba requieren menor tiempo de análisis. La determinación de la DQO requiere de algunas horas y el COT toma unos cuantos segundos. Para lo anterior existen aparatos de medición continua disponibles comercialmente.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

En la Tabla B.3. Se describe la clasificación de la calidad del agua incluyendo las siguientes cinco clases: muy limpia, limpia, semi limpia, dudosa y mala. Esta clasificación se realiza en función de la DBO del agua. Debe mencionarse que esta es una clasificación relativa. Como un ejemplo, un río, reservorio o lago con una calidad aparentemente baja puede presentar condiciones indeseables de 5 mg/l de DBO, mientras que un arroyo de agua de montaña, con niveles de DBO similares no presente ningún deterioro significativo.

#### **Mitigación de impactos.**

Toda descarga que contenga materia orgánica debe ser sometida a algún proceso de tratamiento. Los métodos de tratamiento pueden incluir procesos químicos y/o biológicos. Igualmente existen dispositivos comerciales para el tratamiento de las aguas residuales que pueden ser instaladas para aplicaciones deseadas.

### **Efectos secundarios.**

En virtud de los efectos antiestéticos y biológicos de la DBO sobre el ambiente acuático, los impactos secundarios se manifiestan en términos de impactos estéticos adicionales, la disminución de los beneficios recreativos y costos de remediación de las consecuencias directas de DBO en aguas destinadas al re-uso. El éxito de los esfuerzos de planificación del uso de suelo en áreas donde el agua es un factor integral de la planeación (Por Ej. Definición de áreas recreativas, asentamientos industriales, etc.), dependen de la calidad de esas aguas.

## **Oxígeno disuelto (OD)**

### **Definición el atributo.**

Casi todos los organismos vivientes dependen del oxígeno de una u otra manera para la realización de sus procesos metabólicos de. Los organismos aeróbicos requieren OD y producen productos inocuos finales. En cambio, los organismos anaeróbicos utilizan oxígeno fijado como el que se encuentra en compuestos como: sulfatos, nitratos y fosfatos y sus productos finales son olorosos. Para la biota diversa de aguas cálidas, incluyendo a los peces, la concentración OD debe permanecer por encima de los 5 mg/L. Concentraciones menores a esta o la ausencia de OD promueve el desarrollo de condiciones anaeróbicas lo cual trae consigo problemas de olores y de estética. En aguas superficiales el OD es medido frecuentemente para mantener condiciones favorables para el crecimiento y reproducción de peces y demás organismos acuáticos.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades que afectan la DBO también son aplicables para el OD. Otras actividades que pueden influenciar la concentración de OD incluyen las actividades de: preparación de sitio, demolición, dragado y excavaciones puesto que enturbian el agua e incrementan la descarga de nutrientes. Las actividades rutinarias como son el mantenimiento y operación de aeronaves, embarcaciones y equipos automotores pueden ocasionar la descarga de aceite. La película de aceite interfiere con el proceso natural de aireación u oxigenación.

### **Fuentes de los efectos.**

Cualquier tipo descarga de desechos orgánicos disminuirá el OD del cuerpo receptor. Un escurrimiento o arroyo somero, proveniente de la montaña es capaz de asimilar grandes cantidades de desechos orgánicos sin efectos de deterioro. Esto se debe a que estos arroyos tienen una mayor capacidad natural de re-oxigenación y de prevenir el depósito de materiales orgánicos en fondo. En flujos con corrientes lentas o reservorios aún cantidades pequeñas de DBO pueden causar efectos adversos relativamente grandes. La solubilidad de oxígeno disminuye conforme ascienden la temperatura y la concentración de sales disueltas (en agua fresca la solubilidad del oxígeno a 0° C es de 14.6 mg/L y a los 35° C es de 7 mg/L). La actividad biológica también aumenta con el aumento de temperatura y por lo tanto la proporción de OD utilizado aumenta significativamente. Por consiguiente la DBO de descargas residuales en aguas naturales tiene efectos más pronunciados durante el verano, cuando la temperatura del agua es mayor. Por ello, los parámetros de calidad de agua como son: temperatura, sales disueltas, profundidad, velocidad de corriente, velocidad del viento y aireación natural, son interdependiente. Así mismo en los cuerpos de agua ricos en nutrientes, debido a "blooms" de algas, la concentración de OD puede alcanzar niveles de sobresaturación durante días soleados. Sin embargo, por la noche, el nivel de oxígeno disuelto cae considerablemente, debido a la falta de fotosíntesis. La turbidez elevada del agua también puede interferir con la fotosíntesis, mediante la reducción en la profundidad de penetración de la luz. Los derrames de aceite también pueden reducir los procesos de aireación natural. Por lo tanto los nutrientes, las algas, los días soleados, la turbidez y los derrames de aceite son parámetros interdependientes.

### **Variables a ser medidas y cómo son medidas**

La unidad de medición del OD es miligramos por litro (mg/L). Puede ser medido por técnicas de titulación utilizando el método de modificación de acidez. También pueden utilizarse diversas clases de medidores comerciales de OD.

### **Evaluación y interpretación de datos.**

El requerimiento de oxígeno de los peces varía con la especie y la edad. Los peces de agua fría requieren concentraciones de oxígeno más altas que el resto de los peces (carpa, pica o anguilas). Puede declararse que el intervalo de 3 a 6 del mg/L es el nivel crítico de OD para la mayoría de los peces. Por debajo de los 3 mg/L la disminución del OD es importante en el desarrollo de condiciones anaeróbicas; de cualquier forma, el daño principal en los peces y en la vida acuática en general ya habría ocurrido. Las concentraciones superiores 6 mg/L de OD, tienen como ventaja principal la reserva o amortiguador (buffer) requerido para manejar altas demandas de oxígeno requeridas por ciertos residuos.

### **Limitaciones Temporales y geográficas:**

Los problemas de OD suceden típicamente durante el verano, cuando la actividad biológica aumenta y el contenido de OD es bajo.

### **Mitigación de impacto:**

Los métodos son los mismos que se utilizan para la DBO.

### **Efectos secundarios:**

Son los mismos que se mencionan para la DBO

## SÓLIDOS DISUELTOS

### Definición del atributo.

La alta concentración de sólidos disueltos totales (SDT) es inaceptable, debido a los efectos fisiológicos, su sabor mineral y sus efectos económicos. Los SDT son el agregado de compuestos orgánicos e inorgánicos como los carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos y otras sales de calcio, magnesio, sodio, potasio y otras sustancias. Todas las sales en solución cambian la naturaleza fisicoquímica del agua y ejercen presión osmótica; la magnitud del cambio es, en gran medida, dependiente de la concentración total de sal (salinidad), la cual es medida como el índice de sodio.

### Actividades que afectan el atributo.

Las principales actividades que pueden contribuir al aumento de sólidos disueltos totales, incluyen la minería y la explotación de canteras, las descargas de desechos municipales e industriales, disposición de salmuera, dragado, rellenos sanitarios con desechos sólidos y derrames accidentales de químicos.

### Fuente de efectos.

La mayor parte de las actividades mencionadas anteriormente pueden ocasionar la descarga de sales al sistema natural acuático ya sea directa o indirectamente. La disposición directa incluye la descarga de desechos con sales al sistema acuático. La descarga indirecta puede deberse al intemperismo del suelo o al escurrimiento de áreas de relleno. La infiltración y fugas de rellenos sanitarios pueden afectar la calidad de las aguas subterráneas y, si el agua subterránea alimenta otros cauces de agua, el agua superficial también puede ser afectada.

Como resultado de la descarga de estas sales, muchos parámetros de calidad de agua se afectan. El OD disminuirá como resultado de una salinidad alta. Grandes cantidades de sales le dan un sabor mineral al agua. Los sulfatos y los cloruros están asociados a daños por corrosión. El sulfato en agua tiene un efecto laxante y, el nitrato combinado con el nitrito, provocan metilhemoglobinemia (enfermedad del bebé azul).

### Variables a ser medidas y formas de medición.

Los sólidos disueltos totales se determinan mediante la evaporación de una muestra y su desecación subsecuente en un horno a 103° C. Esto incluye residuos no filtrables. Los resultados se expresan en miligramos por litro de SDT.

### Evaluación e interpretación de datos.

Debido a las reacciones fisiológicas desfavorables y al sabor desagradable que las sales provocan, se recomienda un límite de 500 mg/L de SDT en agua potable. Las aguas con alto contenido de minerales también son inadecuadas para varias operaciones industriales. Las cosechas de irrigación son muy sensibles a la concentración de sal; el límite marginal de concentración de sólidos en agua para la irrigación es de 2000 mg/L y las aguas que contienen 3000 mg/L son inadecuadas. El límite superior para ciertas clases de peces de agua dulce, puede alcanzar los 5000 mg/L. Basado en lo anterior la Tabla B.3, resume cinco clases de impactos por SDT.

### Condiciones especiales.

La cantidad de materia iónica disuelta en una muestra puede ser estimada multiplicando la conductividad específica por un factor empírico. Después de establecer un factor empírico, para agua con un valor de calidad comparativamente constante, la conductividad específica será el reflejo del total de SDT. La conductividad específica es relativamente fácil de medir y consiste en calcular capacidad del agua de transmitir una corriente eléctrica a 25° C. La conductividad específica se expresa como micro-ohm por centímetro.

### Mitigación de impacto.

Los desechos con alto contenido de SDT son difíciles de tratar. Los métodos de tratamiento recomendados incluyen la separación de líquidos y la disposición en rellenos controlados para evitar posibles fugas. La inyección de pozos profundos ha sido utilizada para la disposición de salmuera o de aguas con alto contenido de sales. Es importante recolectar y concentrar todos los escurrimientos superficiales alrededor de minas y canteras. La disposición de salmueras debe hacerse mediante la inyección en pozos u otros medios aceptables por las autoridades responsables de la vigilancia de la calidad del agua.

### Efectos secundarios.

Los efectos sobre los campos de riego (reducción de la productividad y pérdida económica) probablemente constituyan los efectos secundarios más importantes. Otros efectos incluyen aquellos de salud donde el agua para beber está implicada y aquellos efectos reflejados en la economía y uso del suelo, donde el consumo industrial y municipal serán considerados.

## NUTRIENTES

### Definición del atributo.

El término “eutroficación”, se aplica al enriquecimiento de los nutrientes acuáticos tanto por inducción humana como por sucesos naturales. El conocimiento actual indica que los principales elementos fertilizantes responsables del proceso de eutroficación son el fósforo y el nitrógeno. También son importantes el carbono inorgánico (CO<sub>2</sub>), el hierro y ciertos elementos traza. La eutroficación promueve el crecimiento de algas, hierbas desagradables, larvas e insectos. El aumento en la densidad de algas forma natas en la superficie de los cuerpos de agua y las playas arenosas se tornan mohosas. Cuando las algas mueren, al agua adquiere un olor fétido; el oxígeno es consumido por los procesos de descomposición, ocasionando la muerte de peces y otros organismos. Los problemas de obstrucción de filtros que se presentan en las plantas de

tratamiento municipales así como, el sabor y olor desagradables de los sistemas de distribución de agua potable pueden deberse a la presencia de altas densidades de algas como producto de su descomposición.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

El alcantarillado y sus descargas contienen una gran carga de nutrientes promotores de eutroficación. Las descargas de aguas residuales, ya sean tratadas o crudas, contribuyen a la acumulación de nutrientes en los cuerpos de agua receptores. Las actividades de minería, dragado, dinamitado y extracción de cantera o depósitos de fosfato pueden incrementar el aporte de fósforo. El dragado de los cauces de agua libera los nutrientes contenidos en el fondo lodoso. Como consecuencia, el agua se verá enriquecida durante y poco después de la operación de dragado. Muchas otras actividades pueden enriquecer las aguas. Esto incluye a los escurrimientos de las tierras de cultivo, flujos de retorno de superficies de irrigación, la tala y los aserraderos, deposición de árboles muertos y follaje y el crecimiento de organismos.

#### **Fuente de los efectos.**

Los nutrientes liberados por las actividades antes descritas pueden provocar problemas de vegetación acuática, turbidez, mal olor y sabor, originar la acumulación de nutrientes en lagos, reservorios y otras aguas estancadas y su retención dentro del sedimento consolidado (una vez que los nutrientes se combinan con el ecosistema receptor, su remoción por procesos naturales es muy lenta). Dichas actividades, también inducen el crecimiento excesivo de vegetación que eventualmente bloquea canales o convierte lagos en pantanos.

Con la liberación de nutrientes en aguas naturales, muchos de los parámetros de calidad del agua se ven afectados directa o indirectamente. Algunos de estos efectos son la turbidez debida al crecimiento excesivo de algas; cuando las células de las algas y otras plantas mueren, el oxígeno es consumido por los procesos de descomposición disminuyendo el nivel de oxígeno disuelto y provocando la muerte de peces; la rápida descomposición de altas densidades de algas, emite olores y gases de ácido sulfhídrico que provocan el rechazo de la ciudadanía así como, serios problemas de tratamiento de agua relacionados con el color, el sabor y el olor.

#### **Variables a ser medidas y formas de medición.**

El fósforo, nitrógeno, carbono, hierro y los metales traza actúan como nutrientes. El crecimiento de plantas acuáticas es gobernado por la ley de mínimo, es decir, cualquier nutriente, fuera de la amplia gama de materiales requeridos para el crecimiento y el desarrollo, puede regir el crecimiento si se encuentra en concentraciones limitadas. En aguas naturales, la cantidad de fósforo es limitada y normalmente rige la tasa de crecimiento de la vegetación.

El fósforo presente en aguas naturales, así como en aguas residuales se presenta, casi exclusivamente, en forma de fosfatos. Estos se clasifican en: ortofosfatos, fosfatos condensados (par, meta y poli fosfatos) y fosfatos adheridos orgánicamente los cuales pueden presentarse en forma soluble, como partículas detríticas o en el cuerpo de los organismos acuáticos. Debido a que la proporción del fósforo total, contra la cantidad de fósforo disponible para crecimiento de una planta cambia constantemente y fluctúa en intervalos de 2 a 17 veces o más, es mejor establecer límites en la cantidad de fósforo total, que en la porción que pueda estar disponible para uso inmediato por las plantas.

El análisis de fosfato incluye dos pasos generales:

La transformación de tipo de fósforo de interés a ortofosfato soluble y

La determinación colorimétrica del ortofosfato soluble. El resultado puede expresarse en miligramos de fósforo por litro (mg/L).

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Aunque la concentración de fósforo orgánico que puede producir problemas, varía con la naturaleza del ambiente acuático y los niveles de otros nutrientes, en la mayoría de los lagos relativamente libres de contaminación, se tiene el conocimiento de que las aguas superficiales contienen de 0.001 a 0.003 mg/L de fósforo total como P (tienen deficiencia de nutrientes). Arriba de los 0.02 mg/L de P, se llega a un punto de posible sobrepoblación de algas. Por encima de los 0.1 mg/L de P, el agua está excesivamente enriquecida. En la Tabla B.3 se clasifican cinco categorías de agua, basadas en el P total.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Como el crecimiento de las algas depende de la temperatura, los efectos adversos debidos a la eutrofización, en climas nórdicos este efecto se da en verano. En climas de latitudes bajas los efectos se observan durante todo el año. La temporada más crítica es el otoño para reservorios estratificados.

#### **Mitigación de impacto.**

Una vez que los nutrientes han sido combinados dentro del ecosistema de los cuerpos de agua receptores su remoción es lenta y costosa. En los lagos, depósitos o estanques, el fósforo sólo es retirado naturalmente por inundaciones, insectos, cosecha acuícola, y por combinación con el sedimento consolidado del fondo.

El método más deseable que mitiga el impacto es tratar las aguas negras hasta un nivel de fósforo deseado antes de su descarga en el ambiente. También, todas las actividades arriba mencionadas deben realizarse bajo condiciones controladas.

#### **Efectos secundarios.**

Varios impactos secundarios adversos ocurren con las fases avanzadas de eutrofización, incluyendo un declive en los beneficios recreativos, los efectos en uso de suelo, y las pérdidas económicas que normalmente acompañan algún deterioro de calidad del agua.

## Compuestos tóxicos

### **Definición del atributo.**

Los desechos que contienen concentraciones de metales pesados (mercurio, cobre, plata, níquel, cobalto, arsénico, el cadmio, cromo, etc.), ya sean, individualmente o en combinación, pueden ser tóxicos para los organismos acuáticos y, por lo tanto, tener un impacto severo en la comunidad acuícola. Otras sustancias tóxicas son los plaguicidas, compuestos de amoníaco y amonio, cianuros, sulfuros, fluoruros, desechos petroquímicos y otras especies inorgánicas. Una sustancia altamente tóxica eliminara a la biota acuática hasta alcanzar un nivel de dilución, dispersión, o volatilización por debajo del umbral tóxico. De forma menos general los materiales tóxicos reducen la biota acuática, exceptuando aquellas especies que son capaces de tolerar la concentración del o los tóxicos presentes. Ya que estos materiales tóxicos no son suministros de nutrientes, como es el caso de desechos orgánicos, no se ha detectado ningún aumento en la población de aquellos organismos capaces de tolerar una concentración específica de tóxicos.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Muchas actividades humanas pueden contribuir a la liberación de compuestos tóxicos en el ambiente. Éstas incluyen las descargas de desechos provenientes de establecimientos de mantenimiento y reparación y de operaciones industriales. Los desechos que son particularmente portadores de compuestos tóxicos provienen la galvanoplastia, galvanizando, acabados metálicos y de torres de enfriamiento. Otras actividades que pueden contribuir a la descarga de químicos tóxicos son: la minería, derrames accidentales de químicos, guerras químicas y el derrame de rellenos o basureros que contienen compuestos tóxicos.

### **Fuente de efectos.**

Los químicos liberados en el ambiente pueden afectar el agua superficial o los sistemas de agua subterránea por descarga directa de desechos que contengan compuestos tóxicos o por escurrimientos superficiales que pudiesen entrar en contacto con materiales tóxicos desechados directamente sobre el suelo.

### **Variables a ser medidas y formas de medición**

El espectro de materiales tóxicos es sumamente amplio y muy diverso en términos de sus efectos. Su medición puede expresarse en  $\mu\text{g/L}$  de compuesto específico. Cabe mencionar que es posible que las interacciones sinérgicas o antagónicas entre mezclas de compuestos puedan causar efectos diferentes a los de compuestos tóxicos y son considerados por separado.

Los bio-ensayos son una herramienta importante en la investigación de estos desechos, puesto que sus resultados indican el grado de riesgo para la vida acuática de una descarga particular; se pueden realizar recomendaciones e interpretación a partir de estos estudios concernientes al nivel de descarga que puede ser tolerado por la comunidad acuática receptora.

Un bio-ensayo típico pudiese consistir en la exposición durante 96 hrs. de una muestra de organismos de prueba que asegure la validez estadística, a una serie de concentraciones de la sustancia o mezcla de sustancias que revelen:

El nivel de contaminación que causará un daño irreversible al 50 por ciento de los organismos de la prueba y

La concentración límite máxima que no cause un efecto claro en el organismo de la prueba.

### **Evaluación e interpretación de datos.**

Los bio-ensayos pueden indicar la concentración a la que los compuestos tóxicos no causan un efecto aparente en el organismo de prueba. Sin embargo, los efectos a largo plazo de los compuestos tóxicos que provocan cambios más sutiles, como reducción del crecimiento baja fertilidad, alteraciones fisiológicas e inducción de comportamientos anormales, puedan tener efectos desastrosos en la continuidad de las especies. También, la amplificación biológica y la acumulación de residuo tóxicos de las sustancias contaminantes y microorganismos tienen serias consecuencias.

### **Condiciones especiales.**

La acción de sinérgica puede magnificar los efectos tóxicos bajo ciertas condiciones (Ej., en temperaturas elevadas o en situaciones con poco oxígeno disuelto).

### **Mitigación de impacto.**

Todos los desperdicios que contengan químicos tóxicos deben supervisarse y controlarse. Aquellos arrojados en los drenajes sanitarios deben regularse cuidadosamente para que tal descarga no afecte el proceso del tratamiento. Incluso, después de su dilución, la concentración del efluente no debe exceder el nivel deseado. También deben considerarse los escurrimientos de las áreas de manejo de químicos. De ser posible todas aquellas descargas contaminadas deben ser sometidas a algún tipo de tratamiento.

### **Efectos secundarios.**

Mientras que los compuestos tóxicos tienen un efecto primario en los organismos acuáticos menores, los efectos secundarios pueden reflejarse a todo lo largo de la cadena trófica, donde la salud humana debe ser de especial atención. Los procedimientos para remover estos compuestos, unas veces que se han liberado en el ambiente acuático, son inexistentes o sumamente costosos. El fracaso en su remoción o en la prevención de su ingreso al ambiente natural puede degradar la calidad de agua con sus respectivos efectos en la estética, la economía y las relaciones biofísicas.

## VIDA ACUÁTICA

### **Definición del atributo.**

En cualquier comunidad los organismos coexisten en un estado dinámico en equilibrio en el que las poblaciones de cada especie compiten constantemente por crecer. Sin embargo, las poblaciones se mantienen o fluctúan en un nivel, determinado por la disposición del alimento, depredación, características químicas del agua y las variables físicas. Cualquier tipo de contaminación antropogénica, perturba dicho estado de equilibrio natural. Esto puede propiciar la proliferación de algunos organismos, mientras que en otros casos puede disminuirlos o desaparecerlos por completo. Debido a la variedad de condiciones de coexistencia dentro de un ambiente y debido a las dificultades inherentes en la taxonomía de los invertebrados acuáticos, la evaluación ecológica de una comunidad entera de organismos es aceptada como una aproximación válida en el estudio de aguas contaminadas.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Todas las actividades discutidas anteriormente (en la descripción de los otros atributos relativos al agua) afectan la vida acuática de una u otra forma. Los cambios en las comunidades acuáticas dependen del tipo y magnitud de la contaminación.

### **Fuente de efectos.**

La descarga de desechos orgánicos tiende a disminuir la cantidad de oxígeno disuelto y elimina los organismos sensibles al oxígeno disuelto. Las descargas termales afectan el ciclo de vida normal de muchos organismos. Los desechos tóxicos, reducen la biota acuática, con excepción de aquellas especies que pueden tolerar la concentración de tóxicos observada. En general, los cambios en cualquier atributo del agua, físico o químico, influyen en la vida acuática.

### **Variables a ser medidas.**

Para hacer una interpretación correcta, es indispensable realizar observaciones de campo. Sin embargo, muchos parámetros biológicos no pueden ser evaluados directamente en campo. La naturaleza específica del problema determinará las comunidades de organismos acuáticos que serán examinadas y éstas, a su vez, determinarán las técnicas analíticas y de muestreo. Las comunidades y tipo de organismos que han sido típicamente contemplados son: el plancton, periphyton, macro invertebrados, macro-algas, plantas superiores e ictiofauna. Las técnicas de muestreo e identificación se basan en las utilizadas por la biología tradicionalmente.

### **Evaluación y interpretación de datos.**

Basado en la vida acuática comúnmente encontrada en aguas naturales.

### **Mitigación de impacto.**

Véase la información referente a los otros atributos de calidad de agua.

### **Efectos secundarios.**

Los beneficios económicos y recreativos pueden verse afectados como resultado de los impactos adversos en la biota acuática. La disminución de la productividad genera pérdidas económicas adicionales.

## COLIFORMES FECALES

### **Definición del atributo.**

El agua actúa como un vehículo de dispersión de enfermedades. Todos los drenajes de agua contaminada son potencialmente peligrosos. La presencia de organismos coliformes en el agua, se considera evidencia de contaminación fecal, ya que su origen, es del tracto digestivo de humanos y animales de sangre caliente. También es posible encontrarlos en el suelo y en aguas contaminadas por polvo, insectos, aves y demás animales. Los coliformes fecales por sí mismos, no representan un riesgo tan grande como el que alguna vez representaron, pero todavía se utilizan como indicadores de agentes patógenos. Sin embargo, esta prueba continúa siendo de importancia por el uso recreativo que se da al agua y por sus implicaciones en la transmisión de enfermedades virales, a través de la contaminación fecal de abastecimientos de agua. Las rutas indirectas, como lo es la contaminación de comida por aguas de riego con materia fecal y la acumulación de contaminantes en ostras, almejas, mejillones y otros organismos filtradores que habitan en aguas marinas fecalmente contaminadas, continúan siendo un tema de interés.

### **Actividades que afectan al atributo.**

Aquí también se consideran las actividades descritas para la DBO y el OD.

### **Fuentes de efectos.**

Véase DBO y DO.

### **Variables a ser medidas y formas de medición.**

Existen dos métodos para medir la presencia de organismos coliformes: la técnica de fermentación en tubos y la técnica de filtro de membrana. Los resultados de la fermentación se expresan como Número Más Probable (NMP) basado en ciertas fórmulas de probabilidad. Los resultados de pruebas de filtro de membrana son obtenidos mediante el conteo de colonias de coliformes desarrollados sobre el filtro de membrana. En ambos casos, la densidad de coliformes estimada se reporta en términos de coliformes por 100 ml. El equipo requerido es el normalmente empleado en la realización estudios microbiológicos rutinarios.

### **Evaluación e interpretación de datos.**

Los criterios de calidad del agua restringen el uso de agua, dependiendo de la densidad de coliformes fecales. La densidad criterio de coliformes para aguas superficiales es de menos de 20 coliformes por 100 ml y para el uso recreativo (inclusive recreación de contacto primario), el valor recomendado es 200 coliformes por 100 ml.

### **Mitigación de impacto.**

Véanse los atributos de DBO y OD.

### **Efectos secundarios.**

La cuantificación de la presencia de coliformes fecales en aguas recreativas tiene como resultado una clasificación de uso permisible. Esta clasificación no sólo restringe el uso de las aguas, sino también, los beneficios económicos que pueden obtenerse de esas aguas. Los efectos en las cosechas de mariscos son algunos de los impactos económicos que pueden resultar de la contaminación fecal.

## **EROSIÓN**

### **Definición del atributo.**

Erosión se define como el proceso mediante el cual partículas terrígenas son desprendidas del suelo y transportadas a otros sitios mediante la acción del agua y el viento. Las dos formas de erosión acuática más común son erosión de lámina el cual se caracteriza por el desplazamiento casi uniforme de la capa superficial del suelo, o erosión de masa el cual es causado mediante la fuerza que opone el flujo sobre el sustrato. Este modo de erosión está asociado con excavaciones profundas sobre el suelo. Aunque este Segundo modo de erosión es más drástico a simple vista, los procesos asociados a erosión de lámina son más severos, ya que causa la pérdida de capas enteras del sustrato. La erosión causada por el viento, es similar a la erosión de lámina en el sentido que partículas muy pequeñas ricas en nutrientes y material orgánico son transportadas dejando expuesto material de menor capacidad productiva.

La mayoría de los suelos se mantienen in situ mediante una capa de vegetación y su sistema de raíces. La remoción de este material expone al suelo a las fuerzas erosivas del viento y el agua. Los procesos de erosión son intensamente destructivos. Primero, el sitio puede ser denudado de sus suelos superficiales de mayor riqueza y/o socavado a tal grado que el suelo puede quedar improductivo y en ciertas ocasiones impone una barrera física para el desarrollo de otras actividades. Segundo, Los arroyos y lagos que reciben la carga de sedimento transportado pueden ser afectados. El paisaje, después de haber estado sometido a fuerzas erosivas, no es atractivo estéticamente.

### **Actividades que afectan al atributo.**

Las actividades que afectan la magnitud y el régimen erosivo son aquellas asociadas con cualquier forma de remoción o restablecimiento de la capa vegetal. Algunos ejemplos incluyen: el preparado de tierras para la construcción, construcción de caminos, u otras actividades que incluyan la excavación y relleno de suelos; actividades de talado o la supresión vegetativa por el uso de herbicidas; quemas controladas; reforestación o deforestación; minería; actividades agrícolas; tráfico vehicular y pastoreo de animales grandes.

### **Fuente de los efectos.**

La preparación del suelo y las actividades de maquinaria desprenden la capa de vegetación, el material orgánico presente y estructuras de raíces que servían de protección para el suelo de este modo exponiéndolo al ataque directo del viento y el agua. Las actividades de talado, la aplicación de herbicidas y quemas controladas pueden resultar en la remoción de una cantidad significativa de material orgánico y cubierta vegetal lo cual causa un incremento en la intensidad de precipitación y efecto del viento sobre la superficie del suelo. Por el contrario los procesos de deforestación y reforestación, pueden reintroducir vegetación y sistemas de raíces que con el paso del tiempo pueden reducir la intensidad de las fuerzas erosivas y resultar en el crecimiento de la capa orgánica. La construcción de caminos y otras actividades de excavado y relleno dejan áreas de escasa vegetación, alteran los patrones naturales de drenado, cambian la pendiente topográfica, y crean áreas poco consolidadas sobre las cuales la fijación de cubierta vegetal es lenta. La remoción de hierba y cobertura del suelo en áreas semi áridas, por efectos de sobre pastoreo es uno de las causas más comunes de erosión eólica. Si los derechos de pastoreo son eliminados, o los animales de pastoreo nativos son expulsados o removidos de las áreas sobre explotadas para el pastoreo, la producción de semillas de la vegetación nativa puede acelerar el restablecimiento de la capa vegetal y reducir el potencial de erosión.

### **Variables a ser medidas.**

Las variables de mayor importancia que afectan a los procesos erosivos son la composición o textura del suelo, la pendiente topográfica, la extensión interrumpida de la pendiente, el tipo y magnitud de la cubierta vegetal y la intensidad y frecuencia de exposición a fuerzas erosivas. La interacción de estas variables es compleja y difícil de medir directamente. La magnitud de los impactos es también directamente dependiente de la extensión del área afectada.

La textura del suelo es determinada a través del porcentaje de los componentes de arena, limos y arcillas presentes. Las clases texturales generalmente empleadas, en orden decreciente de tamaño de partícula (de gruesos a finos) son:

- Arena                      arcilla arenosa loam
- arena loamy      arcilla loam
- loam arenoso              arcilla limosa loam
- loam                      arcilla arenosa
- loam limoso arena limosa

- loam limoso arcilla limosa
- limos arcilla

Mientras que esta afirmación está sujeta a contradicciones en sitios específicos, el suelo de textura fina es más susceptible a erosión por agua. El sustrato arenoso y arcillas granulosas son los más susceptibles a erosión eólica.

La erosión por agua crece con el incremento en la inclinación y longitud de la pendiente. Una regla general es que si la longitud de la pendiente es duplicada, el incremento en la pérdida de suelo Serra de un factor del 1.5. La relación entre el grado de pendiente (gradiente) y el potencial de erosión puede ser especificado en términos generales del siguiente modo:

- 10%  $\geq$  altamente erosionable
- 10% = moderadamente erosionable
- 2%  $\leq$  levemente erosionable

El peligro de erosión depende de la intensidad y frecuencia de precipitación y vientos de tormenta. Mientras que la cantidad anual de precipitación es importante, la fuerza con la que la lluvia golpea el suelo al caer, el volumen en cierto tiempo y el periodo de retorno de tormentas intensas son de mayor importancia. El impacto causado por el viento varía con la velocidad, la dirección y el contenido de humedad del suelo.

La diferencia en los tipos de cobertura vegetal y la magnitud de cada uno también afectan el potencial de erosión. Un bosque maduro con una cobertura densa de (hojas o agujas), una cubierta de árboles con baja densidad de hojas, vegetación del suelo dispersa y una capa profunda de materia orgánica en descomposición protegerá al suelo del viento y agua en mayor grado que la cobertura de suelo encontrada en zonas áridas y semiáridas. Estos son extremos, las áreas de pastura y cultivos caen en una categoría media.

Antes de proceder, se debe juzgar si estas variables son operativas a tal grado y en combinación suficiente para garantizar los cálculos extensos que se describen a continuación.

#### **Métodos de medición de variables.**

La mayoría de las ecuaciones de pérdida y erosión de suelo están basadas en modelos que representan las interrelaciones entre las variables previamente descritas. Un modelo desarrollado para cultivos agrícolas (Rainfall Erosion, USDA Handbook, 282), sujeto a modificaciones para otros tipos de vegetación es:

$$A = RKLSCP$$

Dónde:

A = Pérdida de suelo calculada por unidad de área (acre)

R = Factor de precipitación

K = Factor de erosión de suelo

L = Factor de longitud de pendiente

S = Factor de gradiente de pendiente

C = Factor de manejo de cosecha (o cubierta vegetal relativa)

P = Factor de la práctica de control de erosión.

Las técnicas para obtener números que representen los varios factores, son descritas adecuadamente en manuales que pueden ser obtenidos en las oficinas locales para la conservación del suelo. De cualquier modo, la opinión de un experto, ya sea agrónomo, hidrólogo, o ingeniero agrónomo es útil en la aplicación en un sitio específico. La pérdida de suelo debe ser calculada independientemente del proyecto.

El área afectada debe ser remarcada en un mapa, o en sistemas de información geográfica con una escala adecuada. Mediante el uso de un planímetro (sobre posición de mapas) o cálculos por computadora y con la ayuda de un ingeniero, se pueden determinar el número de acres afectados. La pérdida total de suelo con y sin el proyecto puede ser calculada después multiplicando la pérdida de suelo por acre, como previamente se obtuvo del modelo, por el número de acres involucradas.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

A grandes rasgos, la magnitud del impacto puede ser representada por el cambio en el porcentaje de pérdida de suelo total como se obtuvo previamente. Si un análisis más sofisticado es requerido, esta cifra puede ser obtenida mediante una evaluación más profunda que tome en consideración el cambio en la fertilidad del suelo (capacidad productiva) y el impacto en el cambio de carga sedimentaria en arroyos que drenan el área afectada. Este tipo de análisis puede ser realizado de una mejor forma mediante un equipo interdisciplinario de economistas, agrónomos, ingenieros y ecologistas.

#### **Condiciones especiales.**

En caso de que la tierra sea productiva para cultivos agrícolas o productos forestales, los impactos ecológicos y económicos pueden ser mayores que si la tierra fuera relativamente infértil.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Mientras que hay algunas áreas en los Estados Unidos en las que no existe ni siquiera potencial moderado de erosión, los problemas más severos de erosión han ocurrido en el área Sureste de Los Apalaches, Las Grandes Planicies y en algunos desiertos y áreas semiáridas del Suroeste. La mayor limitación temporal para la erosión incluye la época de año en que el suelo es expuesto y el intervalo de tiempo que permanece expuesto, en relación con el intervalo de tiempo con alta probabilidad de lluvia intensa y tormentas de viento.

### **Mitigación de impactos.**

Es mucho más fácil prever la erosión antes de que suceda que contrarrestar o restaurar áreas previamente afectadas por procesos erosivos. El impacto ambiental de la erosión de suelo puede ser mitigado de una manera efectiva mediante la remoción de la capa vegetativa de sitios específicos en los que se llevarán a cabo actividades de construcción y perturbar la vegetación de áreas adyacentes en el menor grado posible. La construcción, manejo de la tierra, o actividades de minería que resultan en la exposición del suelo pueden ser programadas de tal modo que algún tipo de cubierta vegetal apropiada para el sitio sea establecida antes de los eventos de alta precipitación o tormentas de viento. Si se pretende el sembrado de pasto, la adición de abono ayudará a proteger el suelo de fuerzas erosivas extremas hasta que el desarrollo de la vegetación y sus raíces comience. Los patrones de drenaje natural pueden ser mantenidos mediante la preparación de canales o la instalación de cunetas. Las pendientes inclinadas pueden ser escalonadas y de este modo reducir la longitud de la pendiente. La construcción de represas cercanas al área de construcción puede reducir la cantidad de partículas de suelo erosionadas que llegan a los lagos o arroyos.

### **Efectos secundarios.**

Los efectos secundarios de la erosión incluyen la elevada carga sedimentaria en arroyos que puede causar el estancamiento en reservorios y llenar grandes áreas de bahías y estuarios. Esta carga de sedimento también afecta la vida acuática, mediante mecanismos como la cobertura de huevos de peces y áreas de desove, recubrimiento de las branquias y retraso en la penetración de luz, que a su vez reduce los procesos fotosintéticos necesarios para la producción de plantas acuáticas. Al degradarse el medio acuático, los resultados son la pérdida en áreas de importancia estética, recreativa y económica. Otras pérdidas económicas incluyen los efectos adversos en la sustentabilidad del uso de suelo, la reducción en producción agrícola y el reemplazo frecuente de filtros debido a la alta concentración de material particulado en el aire.

### **Otros comentarios.**

Si los efectos erosivos resultantes de una actividad no son confinados, sino que se dispersan hacia áreas privadas adyacentes (deposición de sedimentos), o si la zona severamente erosionada es visible desde áreas públicas, puede desarrollarse controversia sobre el proyecto. Esto es particularmente cierto si estas consideraciones no son debidamente tratadas en la evaluación ambiental / veredicto de impacto, y si las posibilidades de mitigación no son discutidas y evaluadas.

## **PELIGROS NATURALES.**

### **Definición del atributo.**

Los peligros naturales son aquellos eventos ocasionados por las fuerzas naturales que causan incomodidad, heridas o muerte a humanos; dañan o destruyen estructuras físicas y otras propiedades reales o personales; cambian el carácter físico de la tierra, agua, y aire; y dañan o destruyen la vida animal y vegetal del área afectada. La severidad y frecuencia en la ocurrencia de inundaciones, deslizamientos de tierra y fuegos silvestres pueden estar influenciadas por varias actividades. Otros peligros naturales, como lo son terremotos y huracanes, pueden causar daños físicos y personales mayores que en el caso de que las actividades humanas se ubicaran en áreas diferentes a estas donde los desastres naturales ocurren con cierta frecuencia y severidad.

### **Actividades que afectan al atributo.**

Algunas actividades que frecuentemente tienen un impacto en la frecuencia y magnitud de los peligros naturales son la construcción, manejo de tierras, uso de tierra, agricultura y desarrollo industrial. Estas actividades no afectan los procesos naturales que causan los peligros- lluvias intensas o tormentas de viento, la estructura geológica y las propiedades del suelo y las rocas del área, o rayos causados de tormentas eléctricas. Por el contrario, es la naturaleza destructiva de los resultados de estos eventos lo que afectan las actividades humanas.

### **Fuente de los efectos.**

Los efectos de las actividades de construcción en el potencial destructivo de los peligros naturales son muy diversos. El preparado de tierra, el cual se asocia a la mayoría de las actividades de construcción, deja la cubierta superficial del suelo al descubierto, lo cual es una condición que conduce a mayores volumen de escurrimiento de agua y mayor carga de sedimento en la corriente. Ambos factores incrementan la frecuencia y magnitud de las inundaciones asociadas, las dos mayores determinantes de daño por inundación. La pavimentación de grandes áreas con asfalto y concreto, lo cual es común para estacionamientos y áreas de almacenaje a la intemperie, reducen significativamente la infiltración al subsuelo, por lo tanto incrementan el escurrimiento y el punto crítico de la capacidad de carga de los arroyos. La construcción de estructuras como presas y muros de contención, así como la canalización de arroyos para reducir los niveles de inundación, pueden modificar ampliamente los regímenes naturales de la trayectoria del flujo, que de echo puede resultar en la desviación de aguas del cauce a áreas que no habían sido inundadas previamente.

La probabilidad de incidencia de deslizamientos de tierra se puede incrementar con la construcción de caminos si el esfuerzo de cizalla natural del área es incrementado, el desarrollo de exceso de presión de poro, o la exposición por el corte de caminos de estratos rocosos y de sedimento. El fallamiento puede ser inducido por los cambios drásticos en la pendiente, mayor sobrecarga, etc. Los deslizamientos pueden bloquear arroyos y causar la retención de agua, lo cual puede resultar en daños corriente arriba ocasionado por el levantamiento gradual del nivel del agua y daños extensos corriente abajo debidos a la rápida liberación de agua cuando el deslizamiento es sobrepasado o destruido por

el agua. Los deslizamientos también destruyen vegetación, crecimiento en la carga sedimentaria de los arroyos e interrupción de las vías de comunicación. El aspecto positivo, la construcción de caminos en áreas aisladas puede reducir el potencial de incendios silvestres mediante el rápido acceso que brindan al cuerpo de bomberos y equipo para su control.

El manejo de tierras incluye actividades como lo son talado comercial, reforestación y deforestación, aplicación de herbicidas y la quema controlada. El talado de árboles puede crear por lo menos un incremento temporal en el volumen de escurrimiento y de carga sedimentaria como resultado de la remoción de la cubierta vegetal y la perturbación de la superficie del suelo mediante tractores y otra maquinaria. La rehabilitación de áreas erosionadas por deforestación, reforestación o sembrado propician la disminución de escurrimiento superficial y carga sedimentaria. El talado de árboles en pendientes abruptas puede resultar en fenómenos de deslizamiento el cual a su vez perturba el horizonte del suelo a tal grado que no será posible la regeneración natural de árboles. Cuando la vegetación exterminada por el uso de herbicidas y residuos de material de talado se seca a tal punto que puede ser fácilmente incendiada, la caída de rayos eléctricos puede ocasionar incendios que son difíciles de controlar y pueden ocasionar mayor daño. Por el contrario, la quema controlada puede reducir de manera considerable la incidencia y el potencial destructivo de fuegos silvestres mediante la creación de un sistema de baja temperatura que consuma la maleza seca y la materia orgánica disponible en el suelo del bosque sin dañar madera madura. (Este impacto favorable de los incendios controlados no debe pasar por alto el posible impacto que pueda tener sobre otros atributos como la diversidad vegetativa, poblaciones silvestres y erosión.)

Las consideraciones de uso de suelo que dictan la localización de ciertos proyectos generalmente traen impactos asociados a peligros naturales. Toda estructura física (edificio, puente, muelle) que ocupa una porción de algún cauce (el canal de corriente que carga un flujo normal) o este situada en una planicie de inundaciones (área la cual es cubierta por agua de inundaciones cuando un río se desborda) restringirá el flujo de agua y disminuirá el volumen que la planicie de inundamiento pueda almacenar a un nivel en específico, incrementando por lo tanto el nivel de hundimiento corriente arriba y abajo del sitio. Permitir asentamientos humanos u otras estructuras en áreas de inundación puede causar el incremento de daño físico a las estructuras y la mortandad de sus usuarios. En eventos de inundación, las estructuras temporales pueden dañar otras estructuras por impacto directo o alojamiento del canal de flujo en tal forma que se pueden generar presas temporales, lo cual aumenta el nivel de inundación corriente arriba de la estructura. Áreas urbanas o áreas de matorral o bosque que estén sujetas a fuego silvestre pueden aumentar el potencial de daño a la vida y propiedad. Esto mismo es esencialmente verdadero para cualquier estructura que se encuentre cerca de alguna falla geológica activa o en áreas costeras o de ríos que estén sujetas al daño eólico o acuático proveniente de huracanes.

#### **Variables a ser medidas.**

Cada tipo de peligro tiene su propio juego de variables que influyen la frecuencia de ocurrencia y severidad del evento. Para inundaciones, los cambios de volumen del flujo terrestre de agua, cambios en deposición de sedimento en arroyos, o la alteración de la planicie de inundación causan la variabilidad del nivel de inundación y de daño. Datos de la línea base pueden algunas veces ser obtenidos de estaciones de medición que documenten la magnitud del flujo aumentado resultante del escurrimiento propiciado por tormentas. Cambios en la tasa de infiltración del agua causa cambios en el volumen de escurrimientos superficiales y en la cantidad de sedimento introducido al flujo. El cambio resultante en la frecuencia de retorno de ciertos niveles de inundación es el factor crítico para la determinación del impacto.

Áreas de deslizamientos son aquellas caracterizadas por pendientes inestables y superficies de suelo las cuales (debido a la historia de ocurrencias actuales, geología, estructura de la roca, suelo y clima) presentan un alto potencial de peligro. Las variables en este caso son la magnitud a la cual los estratos de suelo y roca están expuestos a procesos de mojado, secado, calentamiento y enfriamiento; el gradiente en la pendiente del corte, el cual expone el estrato relevante; y los cambios en el stress interno de la tierra causados por carga superficial o sub superficial, Ej. Explosiones, operación de maquinaria pesada e instalación de cimientos y anclajes.

Las variables asociadas a fuego silvestre son el cambio en inflamabilidad de la materia orgánica del suelo y la extensión en área de la actividad. Cambios en la velocidad del viento cercano al suelo, profundidad y contenido de humedad de la capa orgánica influyen su capacidad para apoyar la combustión y la intensidad a la cual será quemada una vez encendida. El tamaño de la actividad, en términos del cambio en el volumen de madera en pie, en el número y valor de instalaciones físicas, y en el número de habitantes o trabajadores del área susceptible a fuego silvestre, influyen ambos la posible incidencia de incendios y la magnitud del daño resultante.

#### **Formas de medición de variables.**

Algunas, en dado caso, de las variables asociadas con la línea base de datos en áreas peligrosas naturales están sujetas a medición mediante la persona encargada. Es aún más difícil de proyectar cambios en las variables a través del tiempo como resultado de actividades específicas.

Para inundaciones, la asistencia de un experto hidrólogo es requerida para relacionar la intensidad de precipitación (taza sobre tiempo), capacidad de infiltración del suelo (la tasa máxima a la cual el suelo, en condiciones específicas, puede absorber agua), flujo por tierra (exceso de precipitación que se incorpora a canales de flujo a través de escurrimientos superficiales) y sus efectos en la profundidad del canal, y el incremento resultante en el flujo con relación al tiempo (hidrógrafo) que puede propiciar un cierto nivel de daño y cambio en el nivel de inundación. La variable más importante (cambio en la capacidad de infiltración del suelo) es influenciada por varios factores interrelacionados y diversos como son: intercepción de lluvia por árboles y edificaciones, profundidad de la capa de retención de agua y grosor de la capa de suelo saturado, contenido de humedad del suelo, compactación debida a maquinaria y animales, estructura microscópica del suelo, cubierta vegetal en o cerca de la superficie y temperatura.

La tendencia relativa de un área a tener deslizamientos de tierra no está sujeta a medición simple; las fuerzas que causan un deslizamiento de suelo y la magnitud de sus interacciones son extremadamente complejas. Para el experto en geología, el tipo de estructura geológica del área, el tipo de roca del suelo, estructura del suelo, altura de la tabla de agua, tipo de material superficial, grado de la pendiente natural e historia pasada indican si un área es propensa a deslizamientos o no. Si el área es susceptible a deslizamientos, un análisis geológico debe realizarse para determinar si los cambios físicos que resultan de la actividad puedan aumentar o disminuir la probabilidad de incidencia de los deslizamientos. Los servicios de ambos, ingeniero de suelos y civil, serán requeridos para un análisis extenso. Los records disponibles usualmente incluyen o pueden estar correlacionados con otra información relacionada al grosor de la capa orgánica, la humedad relativa, número de días desde la última lluvia, velocidad del viento y otros factores locales que en combinación resultan en la graduación del peligro

por fuego y pueden ayudar en la proyección del cambio que puedan tener las actividades en las variables específicas previamente identificadas, Ej. Velocidad del viento cerca del suelo, profundidad de la capa orgánica y contenido de humedad. Cualquier cambio en el área (acres) susceptible a incendios silvestres también debe ser medida. Este puede realizarse con sobre posiciones del área antes y después del evento mediante mapas, fotografía aérea, o planos del sitio. Con el uso de un planímetro, el tamaño del área de cada capa puede ser determinado. La asistencia de un ingeniero puede ser requerida para realizar estos cálculos.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Para peligros de inundación la magnitud del impacto de un cambio en la capacidad de infiltración del suelo y el cambio en la tasa de escurrimientos superficiales en alturas de etapas de inundación y frecuencia de retorno deben ser evaluadas. Un análisis más sofisticado puede relacionar el cambio en la altura de inundación y la frecuencia de retorno a la pérdida económica y de vidas humanas, tomando en cuenta las estructuras existentes que pueden ser afectadas, así como estructuras que pretenden ser instaladas en planicies de inundación. Este análisis probablemente pudiera ser realizado por agencias aseguradoras, desarrollo urbano u otras agencias que cuenten con mapas de problemas de inundación.

La evaluación de los cambios en la incidencia potencial de deslizamientos es más complicada. Las áreas donde los deslizamientos son más frecuentes deben ser evidentes después de realizar el análisis previamente mencionado. El impacto de un deslizamiento puede ser calculado en términos de pérdida económica y de daños a estructuras o pérdida de vida, y el daño ecológico a causas y vegetación. Un equipo de ingenieros, geólogos y agencias aseguradoras pueden desarrollar factores de riesgo asociados a los cambios en la incidencia potencial de deslizamientos de tierra.

De igual forma que con otros peligros naturales, los incendios silvestres tienen dos aspectos que deben ser evaluados separadamente (el cambio en el potencial de incidencia y la cantidad de daño que puede resultar de un evento). De nuevo, las consideraciones son complejas y no dóciles para evaluación e interpretación unidimensional. El cambio de incidencia está relacionado al cambio en flamabilidad y la extensión en área de la capa de material orgánico del suelo, para mayor o menor cantidad de habitantes del área, para la naturaleza de la actividad propuesta y para las medidas para prevenir o reducir el daño por fuegos silvestres. Un equipo silvícola y de aseguranza contra incendios debe ser capaz de desarrollar factores de riesgo asociados con el cambio en el potencial de incidencia y la intensidad de incendios silvestres y después estimar el daño a propiedades o la pérdida de vidas que pueden resultar, ambas con y sí el proyecto.

#### **Condiciones especiales.**

Si el incremento en alturas y frecuencias de inundación son tales que afectan de forma significativa a las planicies de inundación donde ya existe desarrollo residencial, comercial o industrial; si la incidencia aumentada de deslizamientos de tierra es tal que daña áreas poblacionales y/o causa daños ecológicos severos; o si áreas residenciales o de alta producción de madera están sujetas a mayores riesgos de daño por incendios (particularmente si cualquiera de los efectos son sentidos en áreas fuera de los confines de la actividad) se desarrollara controversia acerca de la magnitud proyectada de los impactos. En estos casos, un equipo interdisciplinario de profesionistas calificados será necesario para desarrollar y cuantificar estas proyecciones. Las acciones que tengan tales consecuencias podrán ser reguladas por leyes estatales.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Las limitaciones geográficas para peligros naturales tienen que ver con la frecuencia de ocurrencia observada, Ej. Las áreas costeras del golfo y del atlántico son más susceptibles a ser afectadas por huracanes; los deslizamientos de tierra se asocian a áreas de baja pendiente y los temblores ocurren con mayor frecuencia e intensidad en áreas de fallas geológicas documentadas. Mientras que las inundaciones e incendios pueden suceder casi en cualquier parte, la frecuencia y severidad de tormentas eléctricas es un factor que puede aumentar la incidencia de incendios silvestres de esa área geográfica. Existen algunas limitaciones temporales para peligros naturales: los incendios silvestres ocurren con mayor frecuencia en los meses de verano y en otoño que es cuando la humedad del suelo y el contenido de materia orgánica se encuentran al mínimo; las inundaciones de mayor magnitud son mas predecibles y ocurren en primavera, pero inundaciones rápidas pueden ocurrir casi en cualquier época del año; la época de huracanes se considera que sucede en verano y otoño; y los deslizamientos de tierra de varios tipos generalmente ocurren en los meses de invierno y primavera. Las limitaciones temporales no parecen ser aplicadas para terremotos.

#### **Mitigación de impactos.**

Las técnicas primarias de mitigación de huracanes y temblores se centran en evitar las áreas donde estos eventos tienden a ocurrir con suficiente frecuencia y magnitud capaz de causar daños severos y el uso de técnicas de impermeabilización para la construcción de instalaciones físicas. Entre las técnicas de impermeabilización se incluyen el uso de cimientos 'flotantes' y restricción en la altura de construcción en zonas sísmicas e incremento en la profundidad de cimientos, resistencia de las paredes, y soporte del techo en áreas expuestas a huracanes.

La frecuencia o severidad de las inundaciones puede reducirse a un mínimo mediante la restricción de cualquier tipo de construcción o uso de suelo que limite el flujo de agua en canales naturales o que reduzca el área de la planicie de inundación que retiene el agua de sobre flujo durante eventos de inundación. En general, todo tipo de estructuras temporales deben prohibirse en planicies de inundación y la altura de construcción de estructuras permanentes debe ser mayor al nivel de inundación esperado, en promedio, cada 100 años (inundación de 100 años). No se deberán permitir unidades móviles en el área de inundación. El aumento de los escurrimientos superficiales podrá ser mitigado evitando en lo mayor posible el disturbio a la vegetación existente y el contorno natural de la tierra. La instalación de estructuras de drenaje subterráneo ayuda a reducir la carga sedimentaria pero no el volumen total de descarga.

El deslizamiento de suelos puede ser mitigado mediante la no utilización de las áreas más susceptibles a estos fenómenos o aquellas que la actividad proyectada incremente la probabilidad de incidencia. Planeación ingenieril puede realizarse para reducir aquellas áreas de estratos expuestos que estén sujetos a deslizamiento, reducir la inclinación de la pendiente de cortes de tierra en rellenos por debajo de lo que en otras ocasiones pudiera ser aceptado, provee soporte físico a rocas o suelo expuesto, la concentración o distribución del peso de cimientos a estratos

con mayor capacidad de soporte de peso, el uso de poca carga para explosiones y la restricción del movimiento de maquinaria pesada durante las etapas de construcción.

Los efectos de fuegos silvestres pueden ser mitigados mediante líneas de sofocación de fuego en ubicaciones estratégicas y la construcción de caminos de acceso restringido a áreas con alta probabilidad de incidencia de incendios. La remoción de la capa vegetal viva, lo cual permite que las fuerzas de secado del sol y el viento interactúen con la capa de material orgánico seco, debe, si es posible, ser evitada. En operaciones de talado de árboles, la remoción total del tronco, que es comercialmente aprovechable, reduce la cantidad de material orgánico potencialmente incendiario. La restricción en el uso de áreas durante periodos de peligro de incendio es otro tipo de técnica de mitigación. También, los edificios deben ubicarse (en la pendiente prevaletiente de la dirección del viento) y los caminos construirse (con más de un acceso y punto de salida) con el fin de minimizar daño físico y pérdida de vidas si un incendio ocurriera.

#### **Efectos secundarios.**

Las actividades que aumentan el riesgo de ocurrencia de peligros naturales también tienen impactos secundarios en varios factores sociales y económicos. El sentimiento general de seguridad y bienestar pueden ser reducidos mediante el aumento en la amenaza de un desastre potencial. Los efectos psicológicos serán experimentados con mayor intensidad por aquellos individuos que piensen que su vida o propiedad están en riesgo en dado caso que el evento suceda. Los efectos económicos también pueden resultar en forma de aumento en primas de aseguramiento o cambios en el valor de la propiedad conforme aumente el riesgo.

#### **Otros comentarios.**

El impacto de las actividades humanas en áreas sujetas a huracanes y temblores no ha sido tratado con detalle. La medida de impacto más apropiada en estos casos es el cambio en el número de gente y en el valor monetario de instalaciones físicas expuestas a estos riesgos como resultado de la actividad.

### **PATRÓN DE USO DE SUELOS.**

#### **Definición del atributo.**

El patrón de uso de suelo es una configuración impuesta o natural la cual resulta del arreglo espacial de los diferentes usos del suelo en un tiempo en particular. Los patrones de uso de suelo evolucionan como resultado de: (1) el cambio de las consideraciones económicas referentes al concepto de mejor y más alto uso de suelo, (2) la imposición de restricciones legales (zonificación) en el uso de tierra y (3) el cambio de las restricciones legales existentes (varianza de zonificación).

La consideración crítica es la magnitud a la cual cualquier cambio en los patrones de uso de suelos resultante de una acción es compatible con los usos adyacentes y está en conformidad con los planes de usos de suelo aprobados o propuestos.

#### **Actividades que afectan al atributo.**

Cambios que involucren el transporte de sistemas (caminos, carreteras, aeropuertos, etc.), proyectos de recursos de agua, expansión industrial y cambios en la población de trabajadores o residentes son ejemplos de actividades que pueden inducir cambios en el patrón de uso de suelo y crear problemas de compatibilidad con usos adyacentes. La construcción, o la expansión de instalaciones nuevas o existentes, mediante un programa de adquisición de suelo puede ser una actividad que resulte en conflicto con los planes federales, estatales, regionales o locales de uso de suelo. Si dicho conflicto existe, es posible que emerja un problema de compatibilidad con el uso de suelo de áreas adyacentes. Oportunidades de recreación y el desarrollo de zonas hoteleras o de casas vacacionales son otras áreas en las que la problemática de uso de suelo está evolucionando.

#### **Causa de los efectos.**

Las actividades que incluyen la adquisición de suelos estarán conforme o en conflicto con los planes de uso de suelo federal, estatal, regional y local en relación a si existen o no dichos planes, su detalle y el uso específico de la tierra adquirida. Por ejemplo, si una agencia compra terreno para la construcción de una oficina en un área designada para uso residencial mediante un organismo legal, existirá un conflicto directo con el plan de uso de suelo. Por el contrario, si la tierra fuera comprada para la construcción de unidades residenciales, no habría conflicto aparente.

En cuanto a los cambios en la compatibilidad del patrón de uso de suelo, el aumento o disminución de los niveles de ruido pueden tener un impacto relevante. Si una actividad de tipo industrial se establece en un área que previamente tenía una naturaleza administrativa, el continuo crecimiento de tráfico ferroviario y automovilístico, particularmente si es trazado a través de áreas residenciales, puede resultar en niveles de ruido que pudieran ser incompatibles con el uso actual. Aún mayores problemas de ruido que afectan la compatibilidad en el uso de suelo emergen con la expansión o construcción de campos aéreos o rutas de vuelo.

La clausura de instalaciones militares que trae consigo la disminución casi total de vivienda y trabajo asociado provoca cambios en el uso de suelo de propiedad privada adyacente. Estos cambios pueden no ser percibidos en un principio. Las áreas comerciales e industriales pueden prevalecer, pero su intensidad de uso será reducida notablemente. Algunas porciones de estas áreas podrán revertirse a un menor uso; las estructuras probablemente quitadas y la tierra concesionada para uso agrícola no intensiva o espacios abiertos. La problemática de compatibilidad con usos adyacentes puede resultar si la revisión de usos es realizada de una forma aleatoria e incontrolada.

El aumento de la fuerza laboral relacionada a un proyecto en una localidad específica puede casi siempre tener repercusiones en el patrón de uso de suelo del área. Un ejemplo puede ser la introducción a áreas cercanas estructuras residenciales que básicamente son in aptas para este tipo de desarrollo. Los parques de casas móviles o complejos residenciales de alta densidad pueden estar situados en áreas adyacentes a pistas

de aterrizaje aéreo que previamente eran de uso agrícola. Esto puede suceder si los organismos de gobierno local autorizan un uso de suelo distinto al proyectado con la finalidad de promover el crecimiento urbano en su área de jurisdicción.

Las actividades que afectan los cambios en los patrones de uso de suelo ciertamente no siempre son tan adversas. Puede haber conflictos de compatibilidad en el patrón de uso de suelo existente que pueden ser aminoradas por otras actividades. La intromisión de gente (con apreciación a la plantación) a un área sin ordenamiento de zonación o planes de uso de suelo puede resultar en la formulación y adopción de tales ordenamientos o plantación. A través del tiempo, esto puede resultar en usos de suelo más compatibles en el área que rodea a cierta actividad.

#### **Variables a ser medidas.**

La compatibilidad de uso entre una parcela de tierra y proyectos adyacentes involucra variables como tipo e intensidad del uso (residencial, comercial, industrial, transporte, agrícola, extracción mineral y recreativa y el rompimiento en cada una que refleje la intensidad de uso), densidad poblacional, ruido, patrones de transporte, dirección del viento predominante, zonas de autorregulación y estética. Por ejemplo, un alto nivel de compatibilidad de uso de transporte/residencial puede ser evidente cuando una residencia unifamiliar se ubica al menos a 30 pies de una vía de transporte de doble carril con un tráfico de 20 automóviles por hora los cuales viajan a una velocidad de 25 mph. Por el contrario, incompatibilidad significativa existiría si la misma casa se encuentra a la misma distancia, sin barreras de interferencia, de una vía de transporte de cuatro carriles con un flujo de 200 autos por hora a velocidades de 55 mph.

La conformidad de un nuevo uso de suelo propuesto con planes de uso de suelo aprobados o existentes está determinado mediante si existe un plan para el área en cuestión, y de ser así, sea que el uso propuesto se adecua a los usos permitidos en el plan. Esta es una relación simple a menos que se realicen intentos para correlacionar los conflictos de uso / planeación con variaciones bajo los cuales los precedentes del cambio pudieran haberse hecho.

#### **Formas de medición de variables.**

Debido a que las limitaciones que influyen la compatibilidad varían ampliamente con el tipo de uso de suelo involucrado y el arreglo espacial entre ellos, variables (como flujo de tráfico, densidad poblacional, niveles de ruido, profundidad, ancho y área de la zona de autorregulación y los constituyentes y su cantidad en el aire, agua, efluentes sólidos) están sujetos a mediciones físicas mediante profesionales en ingeniería y planeación. Aun las cualidades estéticas están sujetas a una medición objetiva de arquitectos del paisaje. En referencia a la compatibilidad de uso, las mediciones por sí solas no indican la magnitud del impacto. Es la relación de estas variables entre sí en el contexto de su arreglo espacial específico lo que determina la compatibilidad.

La medición de variables que reflejan conformidad con el plan de uso de suelo es esencialmente una proposición de si-no. Un plan con el cual el uso propuesto puede ser comparado puede que exista o no. Si el plan existe, el uso propuesto puede estar de acuerdo o en conflicto con sus provisiones. En la práctica, la asistencia de un planificador espacial/ experto en zonación puede probablemente ser requerido si el uso propuesto es complejo o si el plan es asesorado en terminología legal. Los planes de uso de suelo pueden ser preparados en todos los niveles del gobierno local: pueblos incorporados y municipios y condados; mediante agencias regionales de planeación; por departamentos estatales de planeación, desarrollo y recursos naturales; y por agencias federales de manejo de tierra.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

La discusión de las variables involucradas en la compatibilidad del uso de suelo intenta unificar la idea de que no hay manera simple para relacionar estas variables y resultar en un índice de compatibilidad. Donde existen estándares de planeación, la forma en que son aplicados en la práctica varía considerablemente entre una entidad y otra, de un área geográfica a otra y con los tipos de uso existentes y propuestos. La asistencia de un planificador de ciudades y regiones con experiencia en el arreglo espacial de uso de suelo debe ser esencial en la medición y análisis de interacción entre variables y subsecuentemente en la interpretación de resultados en términos de la compatibilidad relativa de los usos.

Por razones de continuidad, la evaluación e interpretación de sí el uso propuesto de ciertas parcelas de tierra está de acuerdo o en discordancia con los planes de uso de suelo existente o propuesto, fue incluido en la discusión previa en la cuantificación de variables.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Aparentemente no hay limitaciones geográficas aparentes que influyen directamente la compatibilidad con el uso de suelo adyacente. Por otro lado, las fronteras geográficas de las entidades políticas gobiernan la extensión de área del plan de uso de suelo particular que la actividad pueda impactar.

Las consideraciones temporales se relacionan al problema en la proyección de cómo los patrones de uso de suelo son susceptibles a evolucionar como resultado de una actividad propuesta. El periodo de análisis usualmente usado es la vida útil benéfica del proyecto.

#### **Mitigación del impacto.**

La compatibilidad entre usos de suelo adyacentes puede ser asegurada de mejor manera mediante la provisión de un espacio abierto como zona de amortiguamiento entre la actividad propuesta y las propiedades cercanas donde el grado significativo de incompatibilidad exista. El ancho / profundidad y área de estas zonas no deben ser excesivos ya que de ser así puede resultar en el uso ineficiente del suelo. En cuanto a la mitigación del impacto en los cambios de uso de suelo existentes entre áreas adyacentes de parcelas de tierra con potencial a evolucionar como resultado de una actividad propuesta, oficiales de entidades políticas locales afectadas y agencias regionales, federales y estatales pudieran ser informados de los impactos proyectados en un momento apropiado. Ellos entonces tendrían la oportunidad para cambiar los planes de uso de suelo existentes o en vías de implementación.

La mitigación entre los conflictos del uso de tierra propuesto y los planes de uso de suelo existentes puede ser llevada a cabo durante la etapa de planeación. Obviamente, será más deseable desde un punto de vista ambiental para localizar la actividad donde no existieran conflictos de uso. Si esto no es viable, se podrán llevar a cabo discusiones con los representantes responsables de planeación, con la visión para resolver el conflicto mediante la aceptación de la varianza en zonación o la modificación de los planes. Aun, si no se puede alcanzar un acuerdo satisfactorio, el hecho de que dichas discusiones se lleven a cabo con miras positivas puede traer un impacto positivo en posible controversia o litigación futura.

#### **Efectos secundarios.**

Así como con los efectos directos de varios atributos geofísicos y socioeconómicos inducen efectos en el uso de suelo, efectos directos en el uso de suelo resultan en efectos secundarios en otros atributos biofísicos y socioeconómicos. Los proyectos de transporte, por ejemplo, pueden concentrar aire en el tráfico terrestre resultando en el aumento de niveles de contaminación de aire y producción de ruido. Cambios en la población resultan en cambios de la demanda de utilidades (abasto de agua, tratamiento de drenaje, electricidad etc.), y afectar el mercado de compra y venta y servicios de la comunidad (policía, bomberos, escuelas etc.). En esencia, la designación de uso de tierra puede estar relacionada a todas las áreas (aire, agua, tierra, ecología, sonido, humanos, económico y recursos).

#### **Otros comentarios.**

En la superficie, puede parecer que el plan de uso de suelo propuesto, políticas, o controles, así como aquellos que en general tratan uso de suelo sin el soporte de instrumentos legales (ordenamientos, leyes, reglas administrativas) no sean tomados en cuenta con la misma profundidad que aquellos específicos o cuidadosamente obtenidos, oficialmente establecidos o promulgados, y teniendo el soporte de precedencia legal. De cualquier modo, el lenguaje de la regulación CEQ previamente citada es realmente inequívoco. Para un análisis/manifiesto de impactos, no hay diferenciación entre los planes, políticas y controles propuestos y aprobados.

### **ESPECIES SUPERIORES (SALVAJES Y DOMÉSTICAS).**

#### **Definición del atributo.**

Las especies superiores están representadas por aquellos animales salvajes y domésticos que en edad adulta pesan aproximadamente 30 lb. O más. Los animales domésticos de este tamaño incluyen caballos, ovejas, ganado bovino, cerdos y cabras.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Debido a que la mayoría de los animales superiores (salvo raras excepciones como los pumas, lobos, etc.) son ruminadores o pastoreadores, las actividades que tienen gran efecto en ellos, son aquellas que disminuyen la disponibilidad de la vegetación que compone el alimento de estos animales y que, por otra parte, destruyen o vuelven inhabitables las áreas donde solían distribuirse. Ejemplos de esas actividades son la construcción de infraestructura (camino, puentes, cercos, edificios, etc.), los ejercicios de entrenamiento militar y la invasión de hábitats naturales por el tráfico vehicular o actividades recreativas.

#### **Fuentes de efectos**

La cubierta vegetativa, así como otras formas de cobertura natural son utilizadas por los animales salvajes durante las migraciones, como alimento y fuente de agua, para dormir y para alimentarse y cuidar a sus crías. Las actividades de construcción que resultan en el desmonte y despalme mediante la quema u otros medios pueden reducir el área de pastoreo disponible. Así mismo, la aplicación de herbicidas puede disminuir tanto la comida, como la cubierta vegetal, a menos, que sean utilizados específicamente para incrementar esta cubierta. En cuanto a la adquisición de nuevas tierras para diversas actividades, si dichas tierras eran zonas de pastoreo de ganado y otros animales domésticos, pueden reducir el área total disponible para estos propósitos en una localidad determinada teniendo consecuencias en la sociedad y economía humana. El ruido puede provocar que muchas especies salvajes huyan o eviten ciertas zonas. El cercado restringe la movilización de animales, negándoles el acceso a la comida y el agua.

#### **Variables a ser medidas.**

La variable más directa es la población animal. Debe determinarse el tipo (especies) y el número de animales. Para establecer la magnitud del impacto en la población, se debe determinar el cambio en la cantidad (hectáreas) de tierra o espacio disponibles para el hábitat de estas especies superiores. También debe medirse el incremento relativo del ruido, generado por la acción humana en áreas naturales remotas, sólo exploradas por cazadores o pastores. La generación de ruido intenso y prolongado, puede cambiar los hábitos animales lo suficiente como para provocar que abandonen el área, por lo menos temporalmente, hasta que las actividades humanas cesen, se reduzcan o hasta que los animales se acostumbren. Las áreas adyacentes se pueden ver estresadas temporalmente al tener que mantener grandes poblaciones.

#### **Formas de medición de variables.**

Un censo de población de animales grandes puede ser hecho por observación directa. Si el área es pequeña, puede ser censada. Si es grande, los conteos pueden realizarse de forma aleatoria y proyectarse sobre el área total del hábitat apropiado. Se requiere de habilidades para la observación y el trabajo de campo. En algunas áreas de terreno abierto, foto-interpretados experimentados pueden realizar el conteo mediante la interpretación de fotografías aéreas. Si la observación directa no es práctica o posible (por la falta de personas experimentadas, o áreas muy grandes, o la naturaleza del hábitat o especie animal), debe consultarse un biólogo de la fauna local afiliado a una agencia de la fauna federal o estatal para la estimación de la población (los números de animales domésticos deben estar disponibles por parte de los usuarios de la tierra). Los especialistas en vida silvestre es personal profesionalmente calificada para juzgar la forma en que el ruido y otras actividades humanas y vehiculares no destructivas afectan el uso de cierta área por animales mayores.

El cambio en extensión de un tipo de hábitat en particular puede obtenerse mediante el traslape de escenarios de antes y después preparados mediante fotografías aéreas, planos de proyectos o mapas. Mediante el uso de un planímetro y la ayuda de un ingeniero o topógrafo se puede determinar el tamaño de estas áreas. Mientras que se puede hacer una relación simple proporcional entre la población de animales grandes y el área de hábitat disponible, sería útil tener una revisión de un biólogo de fauna silvestre de los cálculos y determinar el efecto relativo de la variabilidad estacional, etc.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

El aumento o disminución de la población animal doméstica de un área puede interpretarse, en base al cambio resultante en ingreso anual. Una evaluación más subjetiva debe realizarse para los animales salvajes. El número perdido o ganado en referencia al número original en el área es el elemento más crítico. Si cualquiera de estos animales depreda otros animales, más pequeños, se debe considerar el efecto del incremento o decremento en tal población. Tampoco debe de ser pasado por alto el valor estético de los animales salvajes grandes y el aumento de los dividendos económicos en una región entera si los animales están sujetos a la caza. Ninguno de estos dos valores puede ser cuantificado, y cualquier juicio respecto a su importancia debe permanecer muy subjetivo. Los efectos que puede tener la caza son sumamente controversiales.

#### **Condiciones especiales.**

Si existe la tradición de derecho a pastoreo del ganado doméstico y estos derechos son retirados, el impacto de la actividad podría causar polémica particularmente si estos derechos habían sido ejercidos previamente por tribus nativas. Si cualquiera de los animales son considerado en peligro de extinción o especies amenazadas, ya sea regionalmente, nacionalmente, o internacionalmente la reducción en número como resultado de alguna actividad, particularmente la alteración del hábitat, es posible que genere controversia y problemas de complacencia legal. (La discusión del atributo para las especies enlistadas presenta mayor detalle en este asunto.)

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

En lo que concierne a los animales domésticos y los derechos asociados son de importancia principalmente en los Estados Unidos occidentales, donde existen derechos para usar tierras federales para este propósito. Como ya se ha nombrado, el impacto de una actividad en particular sobre especies superiores puede ser a corto plazo, sólo ocurriendo durante la construcción o el periodo de actividad directa. También cuando las personas y equipo interfieren con el rango del hábitat del animal, sobre todo en áreas alpinas y de altas-llanuras, los animales grandes tienen un rango de verano e invierno: lo cual es factor que determina su presencia o ausencia en un área. Por ejemplo, el impacto de la reducción del rango de verano probablemente no sea tan severo, como lo sería la reducción del invierno.

#### **Mitigación de impacto.**

El impacto de las actividades de especies superiores puede ser mitigado mediante la menor influencia humana posible sobre su hábitat. Si los animales usan el área donde la actividad tendrá lugar, la actividad debe concentrarse al máximo posible en la zona menor frecuentada por las especies. Durante la fase de planeación de la actividad, debe hacerse un esfuerzo para evitar extenderse en el rango del hábitat de especies superiores. Si esto no es factible, la actividad debe completarse tan rápido como sea posible en un periodo cuando los animales no estén presentes. Si la adquisición de la tierra es necesaria y la elección del sitio es posible, el rango productivo usado por las especies mayores domésticas o salvajes debe ser evitado.

#### **Efectos secundarios.**

Los Intereses económicos resultantes de actividades relacionadas a la caza y la calidad estética proporcionada por la presencia de especies de animales salvajes pueden ser afectados como resultado de impactos en animales grandes. Otros impactos secundarios pueden ocurrir si el balance entre presa-predador natural están distorsionados por la actividad. Efectos indeseables también pueden resultar si algún aspecto de un proyecto, como riego de sembradíos extensos, atrae poblaciones grandes de los animales.

#### **Otros comentarios.**

Si la actividad choca con en el rango de animales salvajes grandes que han sido cazados previamente en el área particular y si la actividad producirá clausura de esa área para cazar o una reducción en el número de tales animales disponibles para su captura anual, es probable que los clubes de caza y pesca se opongan a la actividad.

## **AVES DE PRESA**

#### **Definición del atributo.**

Las aves de presa son animales carnívoros y obtienen su comida principalmente cazando, matando, y comiendo animales pequeños, otros pájaros, y peces. Aves comunes en este grupo (del orden Falconiforme y Strigiforme) son halcones, búhos, y buitres. Menos comunes son águilas, y algunos halcones. El cóndor de California es bastante raro.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Debido a que las aves de presa anidan principalmente en árboles, a veces en áreas de muy poca influencia humana, la tala de árboles maduros o la remoción individual de árboles seniles o no comerciales puede resultar en la reducción desproporcionada en el número de especies. La quema de matorrales o pastizales, la aplicación de herbicidas o pesticidas y el uso de carnada envenenada para programas de control animal son otras actividades que pueden afectar directamente la supervivencia de aves de presa. Las actividades que producen invasión de personas en, o cerca de las áreas de anidación pueden afectar a estas aves, particularmente águilas, cóndores, y algunos tipos de halcones que son menos tolerantes a la presencia de humanos. Históricamente, el uso extendido de pesticidas de hidrocarburo clorado ha puesto en peligro muchas de estas especies. Éste se ha vuelto menos crítico con la prohibición en el uso de la mayoría de estos materiales.

#### **Fuente de los efectos.**

La remoción de árboles de anidamiento como una parte de cualquier programa de preparación de tierra que precede actividades de la construcción o el la remoción seleccionada de dichos árboles en programas de manejo forestal pueden causar la destrucción de huevos y la muerte de las aves demasiado jóvenes para sobrevivir fuera del nido. Si el hábitat conveniente para anidado no es disponible en otra parte, los pájaros adultos pueden desaparecer del área entera. El quemado de prados destruye el hábitat y grandes números de presas (animales pequeños) en los que pájaros rapaces dependen para su alimentación. Semejantemente, la aplicación de defoliantes podría reducir la comida y cubierta disponible para los animales y pájaros pequeños y por consecuencia una reducción en su número. La capacidad reproductora de éstos y muchos otros pájaros puede reducirse si se concentran cantidades suficientes de DDT y otros insecticidas en su alimento. Por ejemplo, el cascaron del huevo puede debilitarse y romperse antes de que el joven esté listo para surgir. La muerte directa de aves de presa puede ser el resultado de comer cebo envenenado (porciones de cadáveres animales) para coyotes, pumas, y otros predadores. Las actividades al aire libre que permiten la visibilidad de humanos, el ruido de vehículos y el equipo pesado, en un periodo extendido de tiempo o a intervalos frecuentes, podría causar que la aves abandonen sus nidos. Si la actividad se sostiene durante mucho tiempo, los pájaros adultos pueden salir del área permanentemente.

#### **Variables a ser medidas.**

Deben determinarse el número y tipos de aves de rapiña que anidan y/o capturan su comida dentro del área afectada. El cambio en la cantidad de hábitat disponible (anidación y/o alimentación) debe determinarse para estimar el número de aves que el hábitat puede soportar una vez se que el proyecto esté en operación.

#### **Formas de medición de variables.**

Mientras que es posible un censo directo de aves de presa comunes en áreas de tamaño limitado, las observaciones generales al aire libre y el tiempo requerido para hacerlo lo hacen impráctico. Una cifra de población podría ser una mejor opción la cual puede obtenerse de un biólogo de la fauna silvestre afiliado a una agencia federal o estatal de animales silvestres. Biólogos de organizaciones del sector privado pueden proporcionar conteos exactos de las especies menos comunes y las situaciones de sus áreas de anidamiento y alimentación. El cambio de área de anidación puede obtenerse mediante el traslape de antes y después de fotografías aéreas, mosaicos o mapas topográficos. A través del uso de un planímetro, y con la ayuda de un ingeniero o topógrafo puede determinarse el tamaño del área. Para las especies más comunes de halcones y búhos, los hábitats de anidado y alimentación pueden combinarse, y establecer una proporción directa entre la población de aves y el número de hectáreas de hábitat disponible.

La relación entre el hábitat disponible y los pájaros rapaces, generalmente más grandes y de menor número, es menos directa y más subjetiva. Si las tales especies como el águila calva, el águila dorada, halcón peregrino, o cóndor de California están presentes en un área, será necesario solicitar la opinión de biólogos de la fauna silvestre para determinar que porción de la población existente permanecerá después de que la actividad sea completada. Si las especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, la consulta a agencias federales de caza y pesca será obligatoria.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

El cambio en número de aves de rapiña comunes, relacionado a una actividad particular y situación, es un indicador general del cambio en la calidad ambiental para otras aves y animales dentro del área. Cualquier reducción sustancial en el número y tipos de halcones y búhos es un indicador general de un impacto ecológico adverso extendido. Como para el caso de animales grandes, se podría esperarse que cualquier reducción de las especies menos comunes de aves de presa traiga reclamos de las organizaciones de conservación privadas así como de agencias federales y estatales.

#### **Condiciones especiales.**

Si cualquiera de las aves de presa del área se considera como amenazada o en peligro, regionalmente, nacionalmente, o internacionalmente cualquier efecto en su hábitat que sea por resultado de la actividad causaría controversia.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

La mayoría de las aves de presa grandes, menos comunes tiene rangos geográficos muy restringidos. En la mayoría de las guías para identificación de aves, se contienen mapas que muestran estos rangos. Una revisión de tales mapas revelaría sí o no, estas especies probablemente serán encontradas en el área de la actividad. Debe prestarse atención especial a cualquier actividad a corto plazo que podría perturbar a las aves durante su temporada de anidación.

#### **Mitigación de impacto.**

El impacto perjudicial potencial de las actividades humanas en la población predadores aéreos puede ser mitigado mediante la ubicación de la actividad en los lugares que queden fuera del hábitat esencial para la supervivencia de estas aves. Esto es mejor hacerlo durante la fase de selección del sitio para un proyecto, en lugar de después de que un sitio específico ha sido escogido. A menos que las consideraciones operacionales sean absolutamente necesarias, el hábitat de las especies grandes, poco comunes, no debe perturbarse en absoluto. Intrusiones de obreros o equipo en áreas de anidación debe evitarse al máximo, sobre todo mientras los huevos son incubando por los adultos y hasta que el joven ha dejado el nido. Ningún nido identificado debe ser destruido por el corte no comercial de árboles.

#### **Efectos secundarios.**

Los efectos secundarios causados por el incremento o decremento de aves predatoras pueden ser observados en la población de animales sobre los cuales se alimentan estas aves. Estos animales pueden, a su vez, beneficiarse económicamente a través de las actividades de caza, o pueden jugar un papel importante en otras relaciones ecológicas.

### **Otros comentarios.**

Si el hábitat existente del águila calva, águila dorada, halcón peregrino, cóndor de California, u otra especie amenazada o en peligro de extinción es afectado por la actividad, la controversia resultante puede ser intensa, prolongada y áspera.

## **ESPECIES MENORES, CACERÍA**

### **Definición del atributo.**

Incluye aves y animales que, como adultos, pesan menos de aproximadamente 30 libras, y muchos normalmente se cazan por deporte. Algunas Especies menores que entran en esta categoría son: conejo, ardilla, codorniz, perdiz, y faisán.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Ya que las especies menores y pájaros son relativamente tolerantes a humanos, las actividades que más las dañan son aquellas que físicamente destruyen su hábitat (área en la que se encuentran todos sus factores de bienestar como comida, guaridas, agua, y espacio requirió para su supervivencia y propagación en cantidad y diversidad suficiente). Las actividades de limpieza de sitio para edificios, construcción de caminos, etc., son a menudo, los que significativamente afectan a las especies menores. Recíprocamente, puede esperarse que tales especies menores vuelvan a estas áreas que, cuando abandonan la construcción, se reviertan a vegetación natural. La distribución de cebos envenenados para uso en el control de roedores y presas, y el uso de herbicidas defoliantes también pueden reducir las poblaciones de especies menores, así como el uso de ciertos pesticidas.

### **Fuente de efectos.**

El levantamiento de vegetación nativa o la reestructuración topográfica y de rasgos de la superficie, mediante la graduación, niega a especies menores los tipos de hábitat que ellos requieren. Sin la comida y la guarida proporcionada por la vegetación y los rasgos de la superficie irregular, la población de especies menores disminuye rápidamente. Recíprocamente, ellos regresaran rápidamente a áreas abandonadas con vegetación silvestre. Si se usa cebo envenenado sólo unos animales de especies menores y pájaros probablemente serán afectados, excepto en invierno, cuando la comida es escasa y las poblaciones están en su mínimo anual. Los herbicidas destruyen el hábitat de especies menores temporalmente, y las aplicaciones repetidas pueden causar el abandono permanente de un área. Los químicos persistentes son acumulados en tejidos del cuerpo a través de la ingestión de comida y agua con residuos.

### **Variables a ser medidas.**

La población de especies menores del área a ser afectada por la actividad debe ser censada. Una vez cumplido esto, el área del hábitat existente debe determinarse, así como el área que aumentará o disminuirá con el tiempo como resultado de la actividad. La relación entre estas variables y los atributos son bastante simples; la capacidad de carga (población faunística que un área puede apoyar indefinidamente sin degradación del hábitat) se aumenta o se disminuye en proporción directa a la cantidad disponible de hábitat. La calidad del hábitat, especies menores que existían antes, y disponibles después, es muy difícil cuantificar y no será discutida a detalle. Será, por lo tanto, introducida a evaluaciones y juicios subjetivos.

### **Formas de medición de variables.**

Mientras que es difícil de realizar un censo exacto de especies menores, las estimaciones utilizables del número de especies diferentes por el área de hábitat, a menudo pueden obtenerse a través de biólogos locales afiliados a agencias federales o estatales de la fauna silvestre.

El cambio de área de hábitats de especies menores puede ser obtenida a través de sobre posición de hábitats de antes y después basados en fotografías aéreas, mosaicos y mapas topográficos. Mediante el uso de planímetros y la asistencia de ingenieros y topógrafos, se puede determinar el tamaño de estas áreas. Una proporción directa puede ser posteriormente establecida entre la población de especies menores y el número de hectáreas de hábitat apropiado.

### **Evaluación e interpretación de datos.**

La importancia relativa de un cambio en la población de especies menores de un área es un juicio muy subjetivo. Si el hábitat es destruido, la significancia debe ser atada a la cantidad y calidad relativa en las áreas adyacentes, así como la calidad y cantidad relativa de hábitat total bajo control que se mantendrá después de que la actividad sea completada.

### **Condiciones especiales.**

Si la actividad causa una reducción significativa en el hábitat de especies menores disponibles para la caza, el impacto probablemente será controversial, y en menor grado, causara intereses económicos en el área. Esto podría pasar si se cerca el área de una especie de caza se y se pone fuera de los límites del público general, o si su calidad se encuentra muy degradada.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Mientras es improbable que alguna de las especies menores entre en la categoría de extinción o especie amenazada nacionalmente, algunas especies como: la perdiz, becada, y pavo, podrían ser poco comunes en algunos estados o áreas locales. Muchas actividades al aire libre durante la etapa de anidamiento destruyen huevos, el resultado puede ser una reducción significativa de la población durante un año o más.

### **Mitigación de impacto.**

Las actividades que afectan a las especies menores pueden ser mitigadas perturbando lo menos posible la cubierta vegetativa el contorno físico de la tierra. La selección de áreas de pobre calidad y la conservación de las mejores áreas reducirán la severidad del impacto de las actividades en la población de especies menores. Abrir áreas grandes al público en general durante ciertos periodos de caza (días feriados, o cuando la presión de caza es particularmente pesada) también tenderán a mejorar, las áreas que generalmente están abiertas a la caza publica libre.

### **Efectos secundarios.**

Pueden afectarse intereses económicos que son el resultado del negocio relacionado con la caza y la calidad estética apoyada por la presencia de fauna de especies menores. Otros impactos secundarios pueden ocurrir si el balance presa- predador se ve afectado. La mayoría de los cambios en poblaciones de animales pequeños es resultado de los efectos secundarios.

## **ANIMALES ACUÁTICOS**

### **Definición del atributo.**

Los peces son de sangre fría, obtienen oxígeno a través de un sistema de branquias. Ellos habitan aguas salinas, cuerpos del agua dulce y arroyos y varían ampliamente en tamaño. Especies comunes son: trucha, salmón, atún, y tiburones.

Los crustáceos son animales acuáticos que tienen un exoesqueleto en lugar de una estructura vertebrada interior de columna y costillas. Entre las especies comunes de agua dulce y salada se encuentran: mejillones, cangrejo, almejas, ostras, gamba, y langostas.

Las aves acuáticas frecuentan y a menudo nadan en agua, anidan y crían a sus polluelos cerca del agua y parte de su comida deriva por lo menos de las plantas acuáticas, animales, e insectos. Los patos y gansos son las aves acuáticas más familiares. Debido a que los requisitos de hábitat son similares, los generalmente protegidos cisnes, garzas, grullas, pelícanos, y gaviotas son también incluidos en esta categoría. La “whooping crane” es un ejemplo frecuentemente citado de una especie en peligro que entra en la categoría de las aves acuáticas.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Ya que los peces, aves marinas y crustáceos, dependen directamente del agua de buena calidad cuando menos en alguna faceta de su vida, las actividades que afectan en la calidad de agua y nivel de agua tienen el mayor impacto en su bienestar. Ejemplos de actividades perjudiciales son: dragado, canalización de arroyos, construcción que exponen tierra mineral y subsuelo sujeto a corrosión, disposición de drenaje no tratado o con tratamiento insuficiente en causas de agua lo cual permite el drenado de materiales tóxicos a causas sin ser colectados y tratados, disposición de agua de enfriamiento industrial en el océano o en arroyos y lagos, aplicación de pesticidas, drenado de pantanos o hoyos, construcción de estructuras de control del nivel del agua como diques y presas, y disposición de desechos peligrosos al mar.

### **Fuente de efectos.**

El dragado puede cambiar temporalmente de sitio a los organismos bentónicos sobre los cuales estas categorías de fauna se alimentan y puede destruir los sitios de desove. La canalización de arroyos produce la remoción de vegetación nativa que sostiene a los insectos (alimento de peces). Además, la alteración de flujo y las características del sustrato resultante de la canalización de arroyos puede ser tan dañina como la pérdida de vegetación. Ciertas especies de peces son afectadas por pequeñas cantidades de material sólido suspendido en el agua, una condición que es resultado del dragado. Algunas especies de peces y crustáceos son afectadas por el transporte sedimentario por arrastre el cual puede cortar el suministro de oxígeno y reducir la disponibilidad de comida. Un caso especial que debe ser señalado con respecto a la liberación de contaminantes cuando el sedimento de fondo es perturbado mediante las actividades de dragado. Metales pesados, como mercurio, y pesticidas persistentes, como DDT y sus derivados (aunque su uso y la disposición se han prohibido durante décadas) pueden ser re introducidos en la cadena alimenticia. El análisis de sedimentos de fondo en las actividades de dragado es ahora rutinario.

La descarga de drenaje insuficientemente tratado puede introducir bacterias y virus causantes de enfermedades y reducción del volumen del oxígeno del agua- el sistema de soporte de vida en que los peces y crustáceos son totalmente dependientes. El drenaje insuficientemente tratado también introduce nutrientes que aceleran crecimiento y decaimiento de plantas en el agua, lo que a menudo afecta la cantidad de hábitat disponible para peces y reduce el suministro del oxígeno. Materiales tóxicos, como derrames de aceite o el drenado a cauces naturales de agua, causa que el plumaje de las aves acuáticas no repela el agua y cause la muerte. Materiales tóxicos como mercurio, pueden alcanzar concentraciones tan altas en la cadena alimenticia que los peces se consideran tóxicos para la alimentación humana. Otros materiales tóxicos pueden causar la muerte del pez al dañar sus agallas e impedirles la extracción de oxígeno del agua.

El nivel de acidez del agua, si es demasiado alta (pH 5 o menos) o demasiado baja (pH 11 o mayor), puede causar un daño similar de branquias. Aumentos en la temperatura del agua a menudo causa que las especies de pesca deportiva abandonen el área y den paso a las especies menos-deseables o tolerantes a la temperatura como la carpa. Las fluctuaciones rápidas de temperatura del agua pueden matar la actividad pesquera completamente. Los residuos de pesticidas que son drenados a los cauces y concentrados en la cadena alimenticia pueden encontrarse presentes en peces, en cantidades suficientes, que afecten su capacidad reproductora y su capacidad de supervivencia cuando son jóvenes. Los pesticidas pueden encontrarse en concentrarse aún mayores en los tejidos de pájaros y animales que comen peces.

El drenado de pantanos o estanques es muy perjudicial para las aves acuáticas, cuando están en estos cuerpos de agua para su reproducción, anidando, y crianza de jóvenes. El cambio artificial en el nivel del agua es a menudo beneficioso para el hábitat de la fauna silvestre, cuando se realiza en temporadas y periodos naturales de alimentación y anidación. Sin embargo, ya que cambiar los niveles de agua es a menudo un requisito en el control de inundaciones, el hábitat de aves acuáticas y peces puede ser afectado drásticamente por cambios que no estén de acuerdo a sus necesidades. Dependiendo lo letal del material, los residuos peligrosos vertidos al mar puede causar la destrucción de toda vida acuática en la zona inmediata así como en otras áreas a donde el residuo es transportado mediante corrientes oceánicas.

### **Variables a ser medidas.**

Las variables detalladas a ser medidas para los peces son iguales que aquellas identificadas en las descripciones de atributos involucradas con calidad del agua superficial. Algunas de estas variables importantes son: volumen de oxígeno disuelto, nivel de bacterias coliformes, acidez (pH), concentración de metales pesados, y concentración de pesticidas perjudiciales para la vida de peces. Mientras muchas sustancias (productos de petróleo, sulfato de hidrógeno, cobre, y otros metales) pueden corroer a los crustáceos y los hace desagradables al gusto por razones de olor, sabor, o color, son las bacterias patogénicas y virus que están en el agua circundante las que pueden hacerlos inutilizables para el consumo humano. La medición de bacterias del coliformes presentes en el agua provee un estándar para determinar cuándo las ostras, almejas y otros moluscos pueden ser consumidos con seguridad.

La variable principal a ser medida para las aves acuáticas es el cambio de disponibilidad de hábitat. La cantidad de hábitat factible para nidos – lo que es aproximadamente igual a la línea de playa es un factor determinante en la población del aves acuáticas en una base anual, pero es difícil de relacionar a las dos exactamente. El hábitat del invierno también es importante pero más difícil de cuantificar y relacionar al aumento o disminución de aves acuáticas.

### **Formas de medición de variables**

Como se indicó anteriormente, la medición de variables de calidad de agua de se discuten en el apartado de calidad de agua superficial. Algunas normas generales aceptables para mantener un hábitat acuático saludable son: que el nivel de oxígeno disuelto no debe quedar por debajo de 5 mg/L y el nivel del pH debe mantenerse en el rango de 6 a 9. Deben seguirse las últimas normas de la EPA para calidad del agua los cuales especifican el límite de contaminantes para varias categorías de agua, incluyendo vida acuática.

Mientras que las normas para los peces también aplican generalmente a crustáceos, la cuenta de bacterias coliformes es la variable más importante a ser medida. Las normas generales para bacterias coliformes especifican que el número más probable del medio (MPN) no debe exceder 70 por 100 ml.

Si la longitud de línea de playa se extiende o se altera de forma que sea impropio para que las aves aniden, la cantidad de cambio debe determinarse. La cobertura faunística puede determinarse mediante el traslape de escenarios de antes y después preparados en base fotografías aéreas, planos de proyecto o mapas., A través del uso de mediciones del mapa se puede determinar la longitud de la línea de costa. La magnitud del cambio de antes y después puede entonces ser determinada. Adicionalmente, el cambio en el número de cuerpos individuales de agua entre las dos proyecciones debe notarse. Una vez que se obtienen estos datos, se debe realizar otro análisis para transformar el resultado a pares de aves andantes que el hábitat puede sustentar. Éste es un juicio subjetivo que un biólogo especialista en fauna silvestre puede hacer.

### **Evaluación e interpretación de datos.**

Aunque es difícil de relacionar directamente las alteraciones pequeñas en calidad de agua y los cambios en poblaciones de peces y crustáceos, cambios en fecundidad, conteos poblacionales y tazas de crecimiento son indicadores sensibles de tales alteraciones. Por consiguiente, un esfuerzo debe hacerse para evaluar cambios de la población que podrían ser resultado de la alteración propuesta del ambiente. Si la calidad del agua se degrada o se mejora al punto que las actividades de pesca comercial son afectadas, el cambio en réditos anuales derivados de esta fuente puede determinarse. Si el cambio en calidad de agua afecta a especies asociadas con la pesca deportiva, el número de millas de arroyos afectados proporcionaría una medida de la importancia del impacto. Si un área de pesca deportiva importante está involucrada, la ganancia o pérdida económica de establecimientos que obtengan parte de sus ingresos de pescadores puede ser una consideración importante. Las estimaciones de los efectos de tales cambios pueden ser obtenidos de agencias federales o estatales.

Los cambios en la cantidad de hábitat para anidar definitivamente afecta al número de aves acuáticas disponible para cosecha anual. Sin embargo, el efecto se siente más en áreas donde se cazan aves que donde anidan.

### **Condiciones especiales.**

Si las actividades causarán una reducción significativa en la longitud de arroyos o áreas de aguas costeras convenientes para la pesca deportiva o en la cantidad de aves que anidan, el impacto será probablemente controversial. Esto podría pasar incluso si pequeñas porciones de ríos para pesca de trucha fueran afectadas o si sitios importantes para la pesca fueran abiertos al público general fuera del límite. Intereses comerciales, muy probablemente, pudieran oponerse a cualquier forma de intrusión a áreas importantes de pesca y acuicultura o cualquier reducción en la captura anual. Si cualquier ave acuática que es considerada como en peligro de extinción o amenazada - regionalmente, nacionalmente, o internacionalmente-usa el área de la actividad para anidar, escala migratoria, o alimentación, probablemente resultaría en controversia significativa.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Las únicas limitaciones geográficas en peces y crustáceos se relaciona a tipos particulares encontrados en el área de actividad y si estuarios costeros o áreas del mar abiertas están involucradas. Las consideraciones temporales son aquellas involucradas con realizar la actividad durante el desove, migración, o temporadas de cosecha.

Generalmente se considera que la región crítica de anidación de aves acuáticas migratorias está en la zona norte de los Estados Unidos, Canadá, y Alaska. Esto, sin embargo, no es verdad para aves acuáticas no-migratorias asociadas a estuarios y zonas costeras. Las actividades que perturbarían a las aves durante el periodo de anidando y mientras los juveniles están criándose serían muy perjudiciales.

### **Mitigación de impactos.**

Los impactos en los peces y las poblaciones de crustáceos pueden ser mitigados restringiendo la entrada de sustancias contaminantes en los cuerpos de agua dulce, estuarios, y el mar abierto. Esto puede ser logrado asegurando que las instalaciones para el tratamiento de agua tengan la capacidad y el diseño adecuado para los residuos proyectados en una escala razonable de tiempo. Si la erosión del suelo es un problema, las

actividades de construcción deben ser programadas en las épocas del año cuando la intensidad de lluvia sea la más baja. Las medidas de protección como trampas, cuencas de retención y cercos de cieno pueden ser eficaces.

Los impactos de una actividad en aves acuáticas pueden ser mitigados, perturbando lo menos posible la interfase tierra agua. No debe removerse vegetación a lo largo de los cauces de agua indiscriminadamente. Tampoco se deben agotar los hoyos o pantanos a menos que sea completamente necesario para la realización exitosa de la actividad. Adicionalmente, cuando una parte de la actividad involucre el control de nivel del agua, los cambios en tales actividades deben estar programados la magnitud que sea posible en tal forma que sólo perturbará mínimamente a las zonas de anidación. Estas consideraciones para el ambiente natural ayudarán asegurar que el hábitat de aves acuáticas disponible para anidar y alimentar no se disminuya apreciablemente en cantidad o calidad.

#### **Efectos secundarios.**

Intereses económicos resultantes de los establecimientos relacionados a la caza y actividades de pesca deportiva y comercial pueden ser afectados mediante impactos a peces, crustáceos, moluscos y aves acuáticas. Otros efectos secundarios incluyen si la ecología natural es alterada por la acción.

#### **Otros comentarios.**

La calidad del agua y los hábitats de peces y crustáceos están altamente relacionados. Cualquier degradación substancial del primero tendrá severos impactos en las poblaciones de peces y crustáceos relacionados a cantidad y calidad. Toda especie aeróbica (dependiente de oxígeno) será afectada en cierto grado por el decrecimiento en la calidad del agua. El efecto de una actividad en peces y crustáceos es un indicador general del impacto del ambiente acuático entero.

## **CULTIVOS**

#### **Definición del atributo.**

Las cosechas del campo son aquellos cultivos comerciales con el propósito primario de proporcionar comida y granos para las personas y comida para el ganado doméstico. Las cosechas comunes del campo incluyen: maíz, trigo, algodón, sojas, y hortalizas (tomates, melones, y verduras de la mesa).

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Debido a que casi todas las tierras adecuadas para cosecha son propiedad privada, la adquisición de esa tierra (para fin de cualquier proyecto) eliminaría su producción agrícola. Es probable que la adquisición de tierras agrícolas importantes para propósitos no agrícolas tenga un gran impacto en cosechas del campo. La construcción y operación de reservorios de agua pueden tener efectos en el patrón natural de inundación grandes áreas de cultivos. La aplicación de herbicidas en tierra adyacente a un área agrícola plantada tendría un impacto más localizado.

#### **Fuente de los efectos.**

La diversidad, humana y natural, es una característica importante y valiosa del ecosistema. Si el área previamente destinada para agricultura es usada para construcción (la razón más probable debido a la superficie relativamente plana) o usada para actividades no agrícolas, la diversidad vegetativa se verá disminuida. La fauna también podría afectarse, ya que tanto las especies menores y aves obtienen comida y refugio de los campos agrícolas. Si se permite que la tierra adquirida se revierta al tipo del clima natural de área, el impacto podría ser ecológicamente beneficioso a través de las fases vegetativas sucesivas.

Los reservorios y represas pueden levantar el nivel de agua subterránea e inundar la zona de raíces dañando el cultivo. Otras obras de desviación del flujo puede disminuir la probabilidad del daño

Los herbicidas aplicados por aire podrían ser transportados a tierras agrícolas adyacentes, y destruir los cultivos con el contacto. Mientras el área podría ser relativamente pequeña, el daño resultante podría ser altamente controversial.

#### **VARIABLES A SER MEDIDAS.**

Las variables principales a ser medidas son el número de hectáreas de tierra destinadas a campos de siembra que aislarían de producción, así como el porcentaje de esa tierra que se permitiría revertir a vegetación natural. Puesto que las cosechas del campo y la vegetación natural son ecológicamente importantes, se puede asumir que si un tipo no es dependiente del otro, cada uno es de igual importancia. En la práctica, las cosechas no son tan valiosas, como la vegetación natural para los propósitos de hábitat de la fauna. La medida de impacto ecológico sería determinada entonces por la pérdida de cobertura vegetal productiva.

#### **Formas de medición de variables.**

De forma directa, se puede medir el área que se pretende extraer de la zona de cultivo para fines del proyecto, pero sería más fácil obtener cifras de las oficinas locales de gobierno. Las tierras usadas previamente para cosechas con permiso para ser revertidas a su vegetación natural deberá ser analizado mediante un estudio de traslape de imágenes aéreas, mapas o planos de proyecto. Mediante el uso de planímetros y la ayuda de ingenieros y topógrafos se puede determinar el área. El porcentaje de tierra de la cosecha que sea revertido a vegetación natural puede ser después determinada.

Solo es posible realizar una estimación general de la extensión de suelo agrícola que puede ser dañada con el rociado de herbicidas. Algunas de las variables involucradas serían el tipo de sistema de aplicación dirección y velocidad del viento, y estado de desarrollo de la cosecha. Sin embargo, si estas variables se reducen a la asunción que 500 ft es la distancia máxima que el herbicida pudiera producir daño de la cosecha, la

otra variable involucrada sería la medida lineal de tierra de la cosecha que directamente une al área donde el herbicida será aplicado. El área afectada y potencial del costo económico podría calcularse después.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

La magnitud del impacto del cambio en uso de suelo que resulta de la adquisición de tierras de cosecha se relaciona al porcentaje de esa tierra que continuará sustentando a la vegetación natural. Mientras más grande sea el porcentaje de campos de siembra sobre los cuales se construya o eliminado por crecimiento de cobertura vegetal natural, mayor será el impacto. Para las cosechas dañadas por la aplicación de herbicidas, una medida de impacto podría realizarse mediante la comparación en la pérdida del valor monetario de la siembra destruida con el valor anual del cultivo a nivel nacional o área en cuestión. De nuevo, mientras más grande sea el porcentaje de pérdida en el valor monetario del valor total del cultivo, mayor será el impacto.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Debido al clima y suelo u otros requisitos, algún campo de cosecha- en particular cosechas especiales (los aguacates son un buen ejemplo) solamente puede ser cultivado en ciertas regiones geográficas. Si la tierra de la cosecha a ser adquirida está en semejante área, podría resultar en una reducción significativa en el rendimiento local o incluso nacional de este producto. Por otro lado hay extensiones de tierra muy grandes sobre las cuales no se puede practicar la agricultura. La adquisición de tierras en estas áreas no afecta a este atributo.

Herbicidas dañan a las cosechas cuando la planta está en su etapa de mayor crecimiento (primavera) antes de que el producto vegetal madure. Sin embargo, éste generalmente es el tiempo cuando se usan herbicidas, porque tienen el mayor efecto supresor en la vegetación a la cual ellos se dirigen. Esto es muy severo cuando los campos de cultivo son ínter mezclado con bosque donde los programas del herbicida normalmente son más limitados. Éste es una forma de conflicto en el uso de suelo.

#### **Mitigación del impacto.**

El impacto perjudicial de la adquisición de tierras de cosecha puede ser mitigado mediante la ubicación de la actividad en un área donde el uso agrícola sea mínimo o donde el valor económico del producto sea marginal. Alguna mitigación adicional en forma de beneficio es posible si una porción relativamente grande de la siembra se destina para la reversión a vegetación natural. Esto puede ser posible en áreas de amortiguamiento adquiridas para escudar tierras privadas de las actividades de proyectos de desarrollo mayores.

La mitigación del impacto de la aplicación de herbicidas podría ser resuelto mediante el corte o aplicación directa de la sustancia a la fauna nociva cuando la actividad se encuentre en un área adyacente a zonas de cultivo. Las actividades de mitigación pueden llevarse más lejos si el herbicida es aplicado cuando el cultivo de las zonas adyacentes se encuentre inactivo. Si el rociado es un método preferente para la supresión vegetativa, debe realizarse en momentos cuando la velocidad del viento sea baja y su dirección es tal que la posibilidad de que el herbicida sea transportado al área de cultivo sea mínima. Esto puede ser regulado por leyes estatales o reglamentación local.

#### **Efectos secundarios.**

La pérdida de producción de cosechas podría tener efectos significantes en estabilidad económica local o regional, particularmente si la pérdida es de duración permanente. Otros efectos en el valor de la tierra y disponibilidad de producto podrían resultar. Tales efectos también son muy controversiales.

#### **Otros comentarios.**

Si la pérdida económica significativa es el resultado de la adquisición de tierras de cultivo y su eliminación del área productiva, es probable que las organizaciones de granjeros se opongan al proyecto activamente.

## **ESPECIES AMENAZADAS**

#### **Definición del atributo.**

Especies listadas (incluyendo aquellos catalogados como amenazados y puestos en peligro) incluyen todas las formas de plantas y animales cuyas tasas de reproducción han reducido al punto donde sus poblaciones son tan pequeñas que ellos están en peligro de desaparecer o pueden disminuir a este nivel pronto. Mientras que las especies animales están a menudo en la mira del ojo público, hay muchas especies de plantas que también califican. Ninguna de las especies de plantas amenazadas es bien conocida por el público general, y son de distribución muy restringida.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Estas actividades son básicamente las mismas, dependiendo del animal o las especies de plantas involucradas, como aquellas mencionadas bajo el atributo de especies mayores, aves de presa, y los atributos de vegetación silvestre. Refiérase a esas secciones si el hábitat de una especie listada se localiza dentro del área geográfica afectada por una actividad específica.

#### **Fuente de los efectos.**

Las fuentes de los efectos de varias actividades sobre las especies listadas de animales y plantas son esencialmente iguales que aquellos listados para las especies mayores, aves de presa, y la vegetación silvestre. Se refiere a esos atributos si el hábitat de una especie amenazada se localiza dentro de un área donde se sentirán los efectos de una acción particular.

#### **Variables a ser medidas; y formas de medición.**

Las variables a ser medidas y el método para realizarlo son muy específicos para las especies particulares de plantas o animales afectados. Mientras que la información contenida en las secciones similares de la discusión de los atributos para especies mayores y aves de presa, y la vegetación silvestre de la nación pueden servir como una guía general para el caso de especies amenazadas, la asistencia de un equipo ecológico de biólogos de la fauna silvestre, zoólogos, botánicos, y fisiólogos de la biota en la adquisición de datos es muy importante.

#### **Evaluación e interpretación de datos...**

Esta función puede ser llevada a cabo adecuadamente solamente por un grupo de ecólogos profesionales familiarizados con los detalles asociados a la especie particular amenazada, su rol en el ecosistema, y la naturaleza del hábitat particular que será impactado. Lógicamente, este equipo de ecólogos debe ser el mismo grupo responsable para la recolección de datos en los que la evaluación será basada. Sin embargo, la revisión crítica adicional de sus conclusiones por un ecólogo eminente podría ayudar a asegurar aceptabilidad pública de sus hallazgos.

#### **Condiciones especiales.**

Cualquier efecto potencial hacia una especie amenazada o cualquier especie de interés especial es sumamente sensible, y probablemente controversial. Esta controversia puede ser la base de oposición pública o desafíos legales o ambos. Las especies amenazadas son protegidas federalmente. La complacencia con estas regulaciones también debe ser considerada obligatoria, o el proponente sufrirá a costa de la presión de relaciones públicas además de las multas legales.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Claramente, las especies no encontradas dentro de la esfera de efectos de la acción propuesta nunca pueden ser involucradas. Muchas especies no residentes pueden, en algún momento del año, utilizar otras tierras y aguas para la migración, gestación, o alimentación. Una acción breve durante el periodo cuando una especie listada no esté presente puede ser permisible, aunque es obligatoria la coordinación con las organizaciones pertinentes. Los proyectistas deben consultar con profesionales de la fauna para cada proyecto propuesto.

#### **Mitigación de impacto.**

La manera principal de mitigar el impacto de actividades en especies listadas es evitar cualquier ruptura física o biológica de su hábitat que pueda producir una disminución en su población. Mientras parecería que fuera menos dañino perturbar el hábitat de una especie protegida estatalmente que una protegida a nivel nacional o alguna especie poco común sin estar protegida, estas alternativas no son viables. Es mejor evitar perturbar el hábitat conocido de cualquier especie amenazada.

#### **Efectos secundarios.**

Como se indicó anteriormente (en condiciones especiales), muchos efectos secundarios está asociados con los impactos a especies amenazadas. Además de su valor de interés humano y estético, algunas de estas especies pueden ser de importancia significativa al aspecto dinámico de los ecosistemas en los que ellos se encuentran. Su uso como indicadores de calidad medioambiental global no debe ser pasado por alto.

#### **Otros comentarios.**

Si cualquier actividad tiene el potencial de afectar adversamente a las poblaciones de cualquier especie enlistada, es muy probable que los grupos naturalistas y de la fauna silvestre se opongan vigorosamente en audiencias públicas y/o en la corte.

## **VEGETACIÓN SILVESTRE**

#### **Definición del atributo.**

La vegetación silvestre es la que usa el suelo (en lugar de agua) como su medio de crecimiento y que no está sujeta a prácticas culturales extensas de humanos. Incluidos en esta categoría se encuentran varios grupos diversos de plantas, incluso árboles, arbustos, pastos, hierbas, helechos, y líquenes.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Cualquier actividad que afecta la superficie del suelo afectará a la vegetación que crece en él. Trabajos de despalle, actividades construcción, quemado, aplicación de herbicidas, tráfico vehicular fuera del camino, y la aplicación de materiales artificiales para el pavimentado son algunas actividades que pueden causar impactos adversos en la vegetación natural. El abandono de sitio del proyecto puede producir el restablecimiento de la vegetación natural a través de una serie de fases sucesoras.

#### **Fuente de los efectos.**

Las empresas deforestadoras que emplean métodos impropios para el manejo de bosques pueden reducir la posibilidad de restablecer la cobertura total de la misma especie. Sin la protección del bosque, los arbustos y otras plantas que permanecen después de las actividades de talado se pueden debilitar y pueden volverse blanco para enfermedades e insectos. Las actividades de preparación del sitio pueden causar la destrucción de vegetación silvestre, y la erosión de la tierra resultante puede inhibir su restablecimiento. El uso impropio de herbicidas puede producir la destrucción otras especies de vegetación silvestre y puede romper la estabilidad global del ecosistema. El entrenamiento militar mecanizado destruye formas vegetativas y la consolidación de suelo y erosión resultante -cada una en su propia forma- puede inhibir su restablecimiento. El pavimentado pueden excluir la vegetación nativa de grandes áreas para periodos de tiempo extensos. Como se indicó previamente, la reducción en magnitud de actividad en una instalación particular o su cierre puede impulsar el restablecimiento de la vegetación nativa.

#### **Variables ser medidas.**

Las variables a ser medidas son el número de hectáreas de vegetación silvestre existentes antes y después de la actividad, así como cualquier cambio vegetativo significativo que se pueda desarrollar. La reducción en un área destinada a la vegetación silvestre puede resultar en el incremento de erosión, una disminución en la fertilidad del suelo, y una disminución en la calidad y cantidad de hábitat de la fauna. También puede acelerar la invasión hierbas y otras especies plagas indeseables. La reintroducción de vegetación silvestre puede a través del tiempo tener el efecto opuesto. El cambio sucesorio en tipo de vegetación es lento, sin embargo, los tipos de la planta menos deseables son los primeros en restablecerse en el sitio después de una actividad mayor de limpieza.

#### **Formas de medición de variables**

El cambio en área de vegetación natural puede obtenerse mediante el traslape de escenarios de vegetación de antes y después. El plano de antes de, puede ser obtenido mediante fotografías aéreas recientes. Una foto intérprete puede asistir en la determinación y trazado de las zonas vegetativas. De esta manera, el área total de cubierta de vegetación puede determinarse así como las sub áreas de cada uno de los tipos mayores. La cobertura de después de la actividad debe prepararse a la misma escala, usando el plan del proyecto para delinear las áreas de la vegetación natural existente que va a ser afectada. La extensión total restante de vegetación silvestre por tipo mayor de especie debe entonces determinarse. Estos cálculos, de la extensión en área, pueden hacerse mejor a través del uso de un planímetro o computadora basado en un sistema de información geográfico. El porcentaje de vegetación silvestre restante original, total y por tipo mayor, es entonces derivada.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

La magnitud del impacto de la actividad en vegetación natural puede determinarse de los porcentajes previamente dados. Sin embargo, los cambios específicos y tipos de vegetación que resultantes de la actividad sólo podrían ser proyectados por un botánico o guardabosques íntimamente familiarizados con el área local. Más difícil aun de interpretar objetivamente son las consideraciones estéticas involucradas.

#### **Condiciones especiales.**

La destrucción de vegetación natural en los ecosistemas particularmente frágiles que existen bajo condiciones medioambientales extremas como tundra y desierto, pueden tener un mayor impacto que en una área con clima más moderado. Estos también pueden requerir muchos años más para recuperar--40 a 50 años o más.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Las únicas limitaciones geográficas de impactos en este atributo ocurren en esas áreas raras de desierto y la piedra desnuda donde ninguna vegetación nativa existe. El daño muy mayor puede ocurrir cuando las tierras están húmedas, o cuando la vegetación anual no se ha establecido. Dispare, incluyendo prescribieron quemando, puede ser demasiado destructivo cuando las condiciones están secas y calma.

#### **Mitigación de impacto.**

La mejor manera de mitigar el impacto de actividades en vegetación natural es diseñar el proyecto de tal forma que restrinja el área afectada. Ejemplos de otras posibilidades de mitigación son restringir al mínimo las actividades preparación de sitio, aplicar prácticas de manejo ambientales para la tala de árboles y mejora de la silvicultura, confinamiento de las actividades vehiculares a las áreas designadas y restringir la expansión de estas actividades a nuevas áreas, aplicar técnicas de quema para la supresión de vegetación y aplicación de herbicidas cuando las demás opciones no sean viables, y el uso de empedrado en vez de pavimentación o concreto para los sitios de estacionamiento.

#### **Efectos secundarios.**

Además de las ganancias económicas de cosechar madera la vegetación silvestre brinda el hábitat necesario para especies silvestres, áreas recreativas de caza, campando, y excursiones y otros recursos innumerables de estética y naturaleza material, incluso la reducción de erosión y escurrimientos de tormentas.

#### **Otros comentarios.**

Si las actividades producen la destrucción de áreas únicas de vegetación silvestre, la oposición de las organizaciones de los naturalistas locales y nacionales puede anticiparse. Estas áreas naturales normalmente se conocen bien localmente y a menudo se catalogan a nivel estatal por departamentos de recursos naturales y algunos otros programas. Cualquier actividad que altere estas áreas de vegetación natural únicas y poco comunes debe evitarse a la misma magnitud que el hábitat de una especie amenazada de la fauna.

## PLANTAS ACUÁTICAS

#### **Definición del atributo.**

Las plantas acuáticas son aquellas, cuyo medio de crecimiento es principalmente el agua, aunque ellas pueden arraigarse a sedimentos del fondo. Ellas incluyen plantas flotantes como fitoplancton, todas las especies superficiales y sumergidas con raíces, las plantas de pantanos y vegetación de marisma cuyas raíces periódicamente o permanentemente permanecen sumergidas en agua. Las plantas acuáticas son elementos esenciales en la red de alimento.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades que causan cambios en nivel de agua o parámetros de calidad de agua tienen el mayor impacto en las plantas acuáticas. Los ejemplos de actividades particularmente perjudiciales son: el dragado, canalización de arroyos, construcción que expone tierra mineral y

subsuelo sujeto a erosión, disposición de aguas de drenaje no tratadas o insuficientemente tratadas en causes de agua, disposición de aguas de enfriamiento en océanos, arroyos o lagos, agotamiento de pantanos, y construcción de estructuras de control de agua como diques o presas.

#### **Fuentes de efectos.**

El dragando puede temporalmente, y a veces en periodos largos de tiempo, desplazar plantas acuáticas con raíces o u otras estructuras de fijación. La canalización de arroyos remueve toda la vegetación presente. La erosión puede causar aumentos en la carga sedimentaria suficientes para reducir la penetración de luz sobre la cual dependen las plantas acuáticas para su fotosíntesis. La descarga de drenaje insuficientemente tratada en los causes de agua induce el crecimiento de las plantas acuáticas en exceso, particularmente las algas. El drenado de pantanos reduce el área en la que las plantas acuáticas pueden sobrevivir. Los cambios en nivel de agua pueden causar la destrucción de plantas acuáticas, o exponer sus raíces a la influencia secante de la luz solar y el aire o inundando a niveles que suprimen el aire disponible para plantas de pantano.

#### **Variables a ser medidas.**

La variable esencial es el cambio en cantidad de área de agua apropiada para el crecimiento de plantas acuáticas. Existen dos elementos para esta variable: cambios en las áreas de superficie de agua y cambios en elementos de calidad de agua que acelera o restringe el crecimiento de la planta. Cualquier cambio en el tipo de vegetación y su productividad puede influir en todos los otros organismos que dependen en ella para su alimentación.

#### **Formas de medición de variables.**

La única medición directa que puede hacerse prontamente es la cantidad de hábitat de la planta acuática total disponible antes y después de la actividad. Esto puede realizarse mediante un foto interprete especialista quien debe prepara un traslape de imágenes de antes y después de la actividad a través de imágenes aéreas. Él o ella entonces pueden medir el área con un planímetro. El cambio en el porcentaje total del hábitat acuático disponible es entonces derivado. La fotografía infrarroja es especialmente útil.

La calidad del hábitat acuático existente, antes de y después del proyecto sólo puede ser determinada examinando intensivamente la vida de la planta acuática, midiendo los varios parámetros de calidad de agua que afectan al crecimiento de la planta, proyectando cambios en la calidad del agua resultante de la actividad, y proyectando los cambios en hábitat de la planta acuática que sucederán. Éste es un procedimiento complejo que puede lograrse mejor con la ayuda de un equipo interdisciplinario de biólogos, botánicos, zoólogos, ecólogos, e ingenieros, y debe ser una parte de los estudios de calidad de agua.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Puesto que normalmente no es posible medir el cambio en la calidad y cantidad de vida de la planta acuática directamente, sólo una medida muy imprecisa del impacto puede obtenerse del cambio en área de agua. Generalmente, si el cambio en el porcentaje de hábitat de la planta acuática exhibe un valor mayor a 20, se debe hacer un esfuerzo para medir el cambio cualitativo. Más aún, si los cambios en los parámetros de calidad de agua medidos o proyectados para los atributos de agua superficial indican aumento en nitrógeno, concentración de fósforo y temperatura de agua, la disminución de flujo de agua y alta carga sedimentaria, se debe buscar la accesoria de expertos ecológicos en relación a la magnitud del impacto sobre la vida acuática.

#### **Condiciones especiales.**

Si el cambio en la cantidad, calidad, o tipo de vegetación acuática resulta en aguas in aptas para nadar o causa una reducción en las especies de pesca deportiva comercial, es probable que la controversia sea mayor ya que el impacto será sentido en mayor magnitud por el público en general. El dragando y rellenando de zonas acuáticas son regulados por leyes federales. Se requerirá de permisos antes de que las acciones tengan lugar.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Las únicas limitaciones geográficas en vegetación acuática son los tipos nativos particulares de ciertas áreas. Las consideraciones temporales no parecen ser significantes, excepto que el crecimiento explosivo de algas y plantas flotantes (flores) es muy común durante épocas calurosas.

#### **Mitigación del impacto.**

Los impactos en la vida de plantas acuáticas pueden ser mejormente mitigados, minimizando la entrada de nutrientes, productos de erosión, y calentamiento de los cuerpos de agua. Esto puede ser logrado asegurando que las instalaciones de tratamiento de aguas negras sean de tamaño apropiado y se construyan para estar en funcionamiento cuando ocurra un aumentó en la cantidad de nutrientes generados. Si la erosión de la tierra es un problema, pueden construirse cuencas de captación para permitir la depositación de sólidos suspendidos antes de ser liberados a cuerpos naturales de agua. (Discusión a mayor detalle se puede obtener en la sección donde se describe el atributo de erosión.) Adicionalmente, las actividades de construcción pueden programarse para momentos del año cuando la intensidad de lluvia es menor. El agua dulce puede procesarse o puede guardarse en estanques artificiales hasta que la diferencia en temperatura entre el agua fuente y el agua receptora sea similar.

No deben proponerse actividades de drenado de pantanos y marismas a menos que la tal acción sea completamente necesaria para la realización exitosa de la actividad. Deben minimizarse los cambios artificiales en el nivel de agua y programarse durante la caída de invierno, cuando las plantas son inactivas. Si se usan herbicidas para suprimir el crecimiento excesivo de las plantas acuáticas, ellos deben aplicarse selectivamente y en cantidades que reducirán las especies deseables pero no la muerte de todas las plantas acuáticas. Su uso es controlado por ley federal y estatal.

### **Efectos secundarios.**

Puesto que las plantas acuáticas son elementos esenciales en la cadena alimenticia, impactos adversos a estos elementos también serán reflejados en impactos a consumidores de ordenes mayores (peces, animales, y humanos). El crecimiento excesivo de plantas acuáticas, por otro lado, taponar el agua de uso recreativo y de causas, produciendo la reducción de beneficios económicos, sociales, y estéticos. Los “blooms” algales pueden afectar el sabor y olor de los suministros públicos de agua.

### **Otros comentarios.**

La calidad y cantidad de agua están directamente relacionadas al tipo de vegetación acuática que se desarrollara en el área. La introducción de contaminantes reducirá productividad de la planta y diversidad de especies de plantas y producirá una comunidad de las plantas acuáticas compuestas predominantemente de formas tolerantes a la contaminación. Esto, a su vez, probablemente tenga un impacto directo en las poblaciones de peces que habitan las aguas. Los cambios en la red alimenticia pueden tener impactos a lo largo del ecosistema, pero éstos no entendidos por completo. Algunos contaminantes pueden ser acumulados en plantas acuáticas y pueden ascender a pájaros, otros animales, y humanos.

## **Efectos fisiológicos**

### **Definición del atributo.**

El ruido puede afectar la fisiología del cuerpo humano de tres maneras importantes:

- Sistemas corporales interiores
- Umbral auditivo
- Patrón de sueño.

Los sistemas corporales interiores son aquellos sistemas fisiológicos esenciales para el apoyo de vida, es decir, cardiovascular (corazón, pulmones, vasos), gastrointestinal (estómago, intestinos), nervioso (nervios), músculo-esquelético (músculos y huesos) y endocrino (glándulas). El estímulo de fibras del nervio en la oreja por efectos del ruido puede afectar indirectamente a estos sistemas. El ruido de alta intensidad (Ej., disparos de artillería, motor de reacción de aviones) estrecha los vasos sanguíneos, aumenta el pulso y el ritmo de respiración, aumenta la tensión y fatiga, y puede causar el vértigo y pérdida de equilibrio. Sin embargo, estos efectos son generalmente temporales y, hasta cierto grado ocurren adaptaciones. El proceso de adaptación está en sí mismo indicativo de una alteración en el cuerpo y es por consiguiente indeseable. El ruido de alto nivel también puede reducir la precisión de movimientos coordinados, aumento en el tiempo de reacción y de respuesta los cuales puede producir error humano

Umbral auditivo: se define como el nivel legítimo más bajo o intensidad de un ruido que puede oírse. Mientras más bajo sea el nivel legítimo que puede oírse, más bajo será el umbral auditivo. Si el nivel de sonido necesario para que se escuche un sonido (o el umbral auditivo) es mayor que lo normal para una persona, entonces se indica la pérdida de escucha o sordera parcial. El ruido puede causar pérdida de oído temporal o permanente (es decir, un aumento en el umbral de oído) y puede causar obstrucción en las orejas (tinnitus). La pérdida auditiva puede ser temporal, en el sentido que el oído se recupera relativamente pronto después de la terminación del ruido. Al transcurrir el tiempo, la recuperación puede ser incompleta, y resulta en la pérdida permanente. La pérdida auditiva a cualquier grado es seria ya que pueden ocurrir accidentes, al no poder oír órdenes, señales de precaución etc. Además, la pérdida auditiva es indeseable desde los puntos de vista sociales, económicos, psicológicos, y fisiológicos.

El patrón de sueño se define como una condición de descanso natural, y de recurrencia regular y es esencial para el mantenimiento normal corporal y mental y para la recuperación de enfermedades. El ruido puede afectar la profundidad, continuidad, duración, y el valor recuperativo de sueño. La ruptura o falta de sueño causa irritabilidad, a menudo conducta irracional, y el deseo para dormir. Incluso un cambio en la profundidad de sueño puede producir fatiga. También, mientras uno se recupera o sufre de alguna enfermedad, el sueño es esencial para la salud y la recuperación. Por lo tanto, es importante que el ruido se mantenga al mínimo, o por lo menos constante, durante las horas nocturnas.

### **Actividades que afectan el atributo.**

La mayoría de las actividades humanas causan algún nivel de ruido, pero los impactos más serios resultan de:

Construcción. Los proyectos de la construcción generan ruido a través del uso de vehículos, equipo de la construcción, y herramientas. El ruido afecta a los operadores, personal, y comunidades cercanas al sitio, y las personas en las rutas de transporte cercanas al sitio.

Actividades de trabajo. El funcionamiento de la mayoría de los tipos de aviones y vehículos, maquinaria, y el equipo generador de energía produce ruido. El mantenimiento y reparación producen ruido mediante el uso de todos los tipos de herramientas y cuando varias fuentes del ruido están operando al mismo tiempo en el misma área general (Ej., un taller de vehículos).

Entrenamiento militar. Los cursos de entrenamiento y ejercicios que usan cualquier tipo de vehículos, armas, herramientas, aparatos, y maquinaria crean ruido para operadores, ejército y personal vecino, y, en ejercicios de gran escala, puede afectar a comunidades civiles cercanas. Los aviones y las armas militares son los más intrusivos.

Plantas industriales. La maquinaria y herramientas contenidas en estas plantas son una fuente significante de ruido al personal y, si los niveles del ruido son suficientemente altos, pueden afectar a comunidades cercanas.

### **Fuente de efectos.**

Las fuentes de ruido que afectan este atributo incluyen:

- Equipo militar. Los proyectiles y artillería de todos tipos, incluyendo armas pequeñas, tienen un nivel de ruido sumamente alto y puede afectar severamente el umbral auditivo de sus operadores además de perturbar las actividades civiles adyacentes.
- Vehículos. Los vehículos en el aire, en la tierra, o en agua son fuentes importantes de ruido que afectan al operador, personal, y a la comunidad. Los ejemplos incluyen:
- Los aviones en y alrededor de aeropuertos comerciales y bases aéreas militares afectan a la comunidad de forma significativa, en particular el sonido supersónico o el funcionamiento nocturno los cuales pueden afectar al patrón de sueño de forma significativa.
- Los vehículos grandes como camiones, autobuses, y vehículos blindados pueden afectar el umbral auditivo de los operadores y pasajeros.
- La mayoría de los vehículos, cuando operan por la noche, puede afectar el patrón de sueño.
- Equipo de la construcción. Estos tipos de equipo, que incluyen vehículos y herramientas, tienen altos niveles de ruido los cuales pueden afectar el umbral auditivo de operadores y personal del sitio.
- Maquinaria. La Maquinaria en plantas industriales, donde los niveles del ruido son altos y continuos, puede afectar al operador en su umbral auditivo.

#### **Variables a ser medidos.**

Las variables importantes de ruido que afecta este atributo son su intensidad, duración y frecuencia. Al aumentar la intensidad y/o duración, los efectos de ruido en el cuerpo también crecen. Los sistemas corporales interiores están cada vez más, bajo estrés, el umbral auditivo aumenta al punto donde el daño permanente puede ocurrir, y dormir es más difícil. El ruido que contiene frecuencias altas, o contiene, o es de tonos puros es más dañino y perturbante que aquellos que no.

Finalmente, la impulsividad de un ruido es importante. El ruido impulsivo es muy intenso y corto en duración (generalmente menos de 1 segundo), Ej., artillería o fuego de armas pequeñas. Las medidas recomendadas para ruido y su explicación están dadas en la Tabla B.5.

#### **Formas de medición de variables**

La intensidad de ruido es medida en términos de decibeles (dB). Los Decibeles son medidos usando un medidor de nivel de sonido. Normalmente, la intensidad es medida con aparato medidor que incorpora una "A" red electrónica ponderada. La medida resultante se llama dB(A) o dBA. La mayoría los criterios de evaluación se dan en unidades de dB(A). La intensidad de un ruido impulsivo puede ser difícil de leer visualmente en el aparato, debido a la duración tan corta del ruido. Para determinar la intensidad de un ruido impulsivo, se necesita equipo especial, como un monitor integrador del sonido, y se usa la ponderación C.

El contenido de frecuencia de un ruido es más difícil de medir, y se requiere de equipos complejos. Subjetivamente, sin embargo, el contenido de alta frecuencia y los tonos puros son reconocibles (asumiendo que el oído del observador es normal). Por ejemplo, los ruidos con frecuencias altas tienen un tintineo, un chillido, rechine, silbe, gimoteo, o ping, o simplemente un tono.

Tabla B.3 Medida del ruido para la valoración medioambiental

Tipo de ambiente	Tipo de criterio	Medidas recomendadas
Ruido audible general	Potencial de pérdida auditiva Salud y bienestar efectos en personas. Degradación/efectos medioambiental en las estructuras y animales	Ponderación-A Ldn, Ponderación-A Ldn, Ponderación-A Ldn,
Alto-amplitud		
El ruido impulsivo destruye, artillería, helicópteros, chóferes del montacargas	Daño estructural	Aceleración de punta y presión de punta
	Molestia	Ponderación-C Ldn,

Ldn= día/noche promedio de niveles de sonido; mediciones en el medioambiente durante 24-horas, con 10dB, con multas aplicadas en horas nocturnas (10 p.m. a 7 a.m.

Los ruidos con estas características son más molestas y perturbantes a las personas ' y, a altas intensidades son más perjudiciales. En general, las evaluaciones subjetivas no son aceptables excepto para apoyar o verificar las medidas objetivas.

La medición para el atributo fisiológico, para las situaciones existentes, debe tomarse en posición del cuerpo humano esperada con respecto a la fuente de ruido. El medidor de ruido debe ponerse donde el cuerpo o las personas se localizarán. Cuando la fuente del ruido esta activa, se deben tomar varias lecturas y deben promediarse (vea discusión en sección de las limitaciones geográficas y temporales).

En situaciones donde la fuente del ruido es en el futuro y por lo tanto no puede medirse directamente, que es a menudo el caso para la valoración medioambiental, los modelos analíticos necesitan ser usados para estimar el nivel de ruido

Finalmente, para medir la pérdida auditiva individual, un audiómetro debe ser usado por una persona entrenada y especializada como técnico del audiómetro bajo la supervisión de médico o un audiólogo. Es importante medir la capacidad auditiva del individuo antes de que él o ella sean sometidos a las fuentes del ruido para que un audiograma básico pueda prepararse. Este audiograma puede usarse entonces para referencia futura y comparación con pruebas posteriores.

**Evaluación e interpretación de datos.**

El siguiente criterio puede usarse para determinar si la fuente de ruido afectará el cuerpo de cualquier manera. La intensidad y duración del ruido en el cuerpo no debe exceder los valores dados en la Tabla B.6.

Tabla B.4 Niveles auditivos exposición e intensidad

	Intensidad	Duración
Sistema corporal interior	85 dB(A)*	Siempre
	80 dB(A)#	16 horas
	85 dB(A)	8 horas
	90 dB(A)	4 horas
	95 dB(A)	2 horas
Umbral de sonido (sonido continuo, o se requiere de suma intermitente; use escalas diseñadas para este propósito sobre todo el audio del contacto diseñada o los especialistas legítimos)	100 dB(A)	1 hora
	105 dB(A)	30 min
	110 dB(A)	15 min
	115 dB(A)	7.5 min
	>115 dB(A)	Nunca
	Umbral de sonido sonido Impulsivo Modelo de sueño (Causas que despiertan) Causa movimiento en el sueño	140 dB(at ear)#
	55-60dB(A)	Siempre
	35-45(A)	siempre

\*El nivel de dB(A) puede ser cambiado para reflejar las distancias diferentes entre la fuente del ruido y las medidas aplicando la regla de sustraer o agregar 6 dB(A) por el doblado o partido en dos de la distancia. Por ejemplo, si la estimación se da como 90 dB(A) midió a 50 pies y la distancia real entre la fuente del ruido y el personal es 100 pies, el dB(A) puede estimarse como 84 dB(A). Las fuentes del ruido que son fuentes de "línea", como los trenes y el tráfico pesado, reducen en nivel del ruido 3 dB(A) al doblar la distancia. '

#Conferencia americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), 1973.

Operadores de artillería y los brazos pequeños pueden recibir niveles de intensidad más alta.

**Condiciones especiales.**

Los impactos más serios de ruido en este atributo son:

- Pérdida parcial del oído causada por artillería o el fuego de armas pequeñas
- Pérdida parcial del oído de operadores de equipo causado por equipo de la construcción o vehículos
- Pérdida del sueño

La pérdida del oído debido a la artillería, el fuego de armas pequeñas, o los vehículos de combate es común en el ejército. El personal militar expuesto a éstas las fuentes de ruido deben tener su oído verificado periódicamente y usar equipo de protección en todo momento.

No deben localizarse fuentes del ruido de cualquier tipo cerca de las escuelas, hospitales, o casas para la senectud. La operación nocturna debe aislarse de estos sitios y de cualquier área donde las personas estén durmiendo.

**Limitaciones geográficas y temporales.**

Cualquier actividad y fuente de ruido debe localizarse en puntos geográficos de tal forma que su impacto sea minimizado en las comunidades y poblaciones cercanas. El aislamiento de la actividad puede ser logrado por la distancia geográfica y/o colocación de barreras naturales (vegetación, colinas, o montañas),.

Las fuentes de ruido afectan a las personas diferentemente durante el día. Durante el día, las personas esperan que el nivel de ruido sea normal, pero durante las tardes cuando los eventos al aire libre, actividades familiares, descanso, etc., se llevan a cabo, se espera que los niveles de ruido sean mucho menor. Por la noche, por supuesto, no se esperan fuentes del ruido activas. Semejantemente, durante los fines de semana, las fuentes del ruido no deben estar activas. El uso de los 10 dB como límite nocturno refleja esta expectativa.

En términos de medición, las variables deben ser medidas o proyectadas en varias distancias geográficas y direcciones de la fuente hasta que se obtengan valores criterio para determinar la magnitud del ruido. Además, las variables deben ser medidas en varios periodos durante el día, tarde y noche para determinar las mejores y peores condiciones de ruido.

**Mitigación de impacto.**

El método óptimo para reducir nivel de ruido es, por su puesto, reducir el nivel de ruido producido por la fuente. Puesto que este método puede ser difícil o caro de usar en fuentes de ruido existentes, a menudo se usan las técnicas de aislamiento. Si estas técnicas no reducen el nivel de ruido lo suficiente, entonces debe implementarse el uso de orejeras.

Para reducir el nivel de ruido en la fuente se requiere de soluciones ingenieriles. Estas soluciones pueden incluir métodos de amortiguamiento, absorción, disipación y deflección de ruido. Las técnicas comunes involucran la construcción de encierros sonoros, aplicación de mofles, montado de las fuentes de ruido en aisladores, y/o usando materiales con propiedades absorbentes de ruido. El rediseño del funcionamiento

mecánico de las fuentes del ruido puede ser necesario. Las especificaciones técnicas del desempeño de ruido representan una forma para asegurar que la fuente está controlada.

Cuando un individuo se expone a ruido constante por encima de 85 dB(A), a pesar de los esfuerzos para reducir el nivel del ruido de la fuente, deben tomarse medidas para la protección del oído del individuo.

#### **Efectos secundarios.**

La exposición a altos niveles de ruido alto parece tener efectos potencialmente perjudiciales en el desempeño del obrero, la tasa de accidentes y absentismo en industria. Además, esta exposición puede causar tensión general. La producción de ruido continuo puede provocar cambios en uso de suelo, asociado a ramificaciones socio-económicas y biofísicas.

## **EFFECTOS PSICOLÓGICOS**

### **Definición del atributo.**

El ruido puede afectar la estabilidad mental de un individuo y su respuesta psicológica (la molestia, ansiedad, teme, etc.).

La estabilidad Mental se refiere a la habilidad del individuo para funcionar mentalmente o actuar de una manera normal. El bienestar mental de un individuo es esencial para su mantenimiento personal y eficacia. Generalmente se está de acuerdo que el ruido no causa enfermedades mentales pero puede agravar problemas mentales existentes o problemas de conducta. El ruido predominantemente causa respuestas psicológicas como enojo, irritabilidad, nerviosismo, y más que nada, molestia. La reacción de molestia es un efecto que puede causar enojo individual y de la comunidad y demandas contra las fuentes del ruido como aeropuertos, aviones, y transporte carretero.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Muchas actividades pueden causar ruidos molestos e inaceptables. Los más importante se describen a continuación:

Construcción. Los proyectos de la construcción generan ruido a través del uso de vehículos, equipo de la construcción, y herramientas. El ruido afecta a los operadores, personal, y comunidades cercanas al sitio, y las personas en las rutas de transporte cercanas al sitio.

Actividades de trabajo. El funcionamiento de la mayoría de los tipos de aviones y vehículos, maquinaria, y el equipo generador de energía produce ruido. El mantenimiento y reparación producen ruido mediante el uso de todos los tipos de herramientas y cuando varias fuentes del ruido están operando al mismo tiempo en el misma área general (Ej., un taller de vehículos).

Entrenamiento militar. Los cursos de entrenamiento y ejercicios que usan cualquier tipo de vehículos, armas, herramientas, aparatos, y maquinaria crean ruido para operadores, ejército y personal vecino, y, en ejercicios de gran escala, puede afectar a comunidades civiles cercanas.

Plantas industriales. La maquinaria y herramientas contenidas en estas plantas son una fuente significativa de ruido al personal y, si los niveles del ruido son suficientemente altos, pueden afectar a comunidades cercanas.

### **Fuente de efectos.**

Las fuentes de ruido que afectan este atributo incluyen:

Equipo militar. Los proyectiles y artillería de todos tipos, incluyendo armas pequeñas, tienen un nivel de ruido sumamente alto y puede perturbar y molestar al personal y a comunidades cercanas.

Vehículos. Los vehículos en el aire, en la tierra, o en el agua son las fuentes mas significantes de ruido que perturban a operadores, personal, y las comunidades cercanas. En particular, los aviones alrededor de los aeropuertos y bases militares pueden perturbar e incomodar a personal y comunidades. Algunos individuos que viven directamente bajo las rutas del vuelo experimentan ansiedad y miedo al ruido de tráfico aéreo. Adicionalmente, ellos pueden encontrar que deben detener su trabajo y procesos mentales debido al paso de aviones que, a su vez, produce reacciones de molestia.

Equipo de la construcción. Este tipo de equipo que incluye vehículos y herramientas, presentan altos niveles de ruido que incomoda a operadores, obreros, y los ciudadanos de la comunidad cercana.

### **Variables a ser medidas.**

Las variables importantes de ruido que afectan este atributo son intensidad, duración, y frecuencia. Mientras la intensidad duración aumenta, la tensión psicológica, molestia, cólera, e irritabilidad también aumenta. En términos de frecuencia, las personas son molestadas generalmente por frecuencias más altas y tonos puros. La frecuencia de una fuente del ruido también da una identidad al sonido. Ciertos ruidos son molestos, perturbantes, productores de miedo para (a algunas personas) debido a su identidad, Ej., sirenas, motomartillos, claxons, motocicletas, aviones, zumbadores, camiones, contracandelas, tiros, y compresores aéreos.

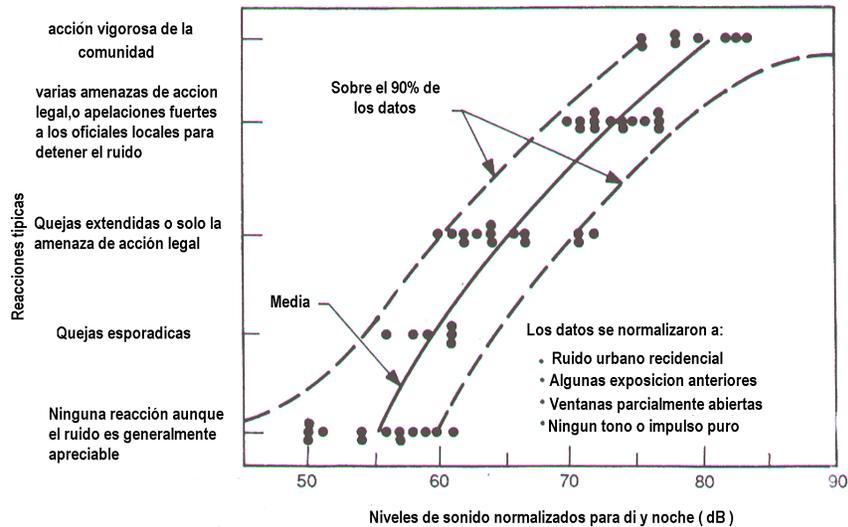


Figura B.6 reacción de la Comunidad a muchos tipos de ruido en función de los niveles de sonidos del día y noche

Los ruidos que tienen un volumen muy alto pero duración muy corta (llamados ruidos impulsivos), como tiros, petardos vehiculares, y los estampidos sónicos, asustan a las personas. Estos individuos no sólo se molestan, pero expresan sentimientos de miedo y ansiedad, y sus actividades (particularmente durante el sueño) se interrumpen severamente.

#### Formas de medición de variables

Los métodos de medición de intensidad, duración y frecuencia están descritos en el apartado referente a efectos fisiológicos.

#### Evaluación e interpretación de datos.

Es difícil de establecer un solo criterio, debido a la variedad de factores acústicos y sociales. Además de la intensidad o volumen y duración de ruido, otras consideraciones acústicas involucran el patrón, ocurrencia, y la fuente del ruido. Deben considerarse variables sociales, como características demográficas, tipo de personalidad, y predisposición a nerviosismo.

Mientras el contenido espectral y los modelos temporales de niveles de presión de ruido son importantes, como criterio general, el nivel de ruido ambiente que excede 55 dB(A) durante el día o 45 dB(A) durante la noche perturbará e incomoda a algunas personas. La Figure B.6 describe la reacción de la comunidad al ruido intrusivo como una función del nivel equivalente de sonido para día/noche normalizado. La Tabla B.8 proporciona un resumen de la respuesta humana a valores selectos de (55, 65, y 75 dB) para niveles equivalentes de ruido de día y noche.

El estudio en trabajadores de metal indica que los que laboran en un ambiente con alto nivel de ruido los son más agresivos, desconfiados, e irritables que los obreros de un ambiente de menor ruido (EPA, 1972). Estos estudios muestran que es muy importante mantener el nivel de ruido tan bajo como sea posible en comunidades cercanas a hospitales, instituciones mentales, casas para la senectud, y cualquier lugar donde particularmente puedan molestar a personas o puedan ponerse bajo tensión por ruido.

Limitaciones geográficas y temporales.

Vea discusión bajo efectos fisiológicos

#### Mitigación de impacto.

Procedimientos de la mitigación pertinente a este atributo se discuten bajo efectos fisiológicos.

#### Efectos secundarios.

La producción del ruido continuo puede llevar a cambios en el uso de suelo, y las ramificaciones socio-económicas y biofísicas asociadas.

### EFFECTOS DE COMUNICACIÓN

#### Definición del atributo.

El ruido puede afectar a la comunicación cara-a-cara y telefónica, y durante niveles sumamente altos de intensidad, se ha documentado deterioro visual.

La comunicación auditiva cara-a-cara, o la habilidad de dar y recibir información, signos, mensajes o órdenes, sin instrumentación, es una actividad esencial. La interferencia temporal o la interrupción de la comunicación durante fases de las actividades humanas pueden ser molestas, y en ocasiones riesgosas, al bienestar personal. La interferencia ocurre cuando en el ambiente hay ruido de fondo y es de intensidad

suficiente para enmascarar el habla, haciéndolo inaudible o ininteligible. El ruido que interfiere en la comunicación puede ser peligrosa, particularmente cuando un mensaje con intenciones de alertar a una persona en peligro se enmascara o cuando una orden no se oye o se entiende. Comúnmente, sin embargo, el ruido es molesto porque rompe el proceso de comunicación.

La comunicación telefónica, o la habilidad de dar y recibir información a través del teléfono, auriculares, receptores, etc., también son una actividad importante. El ruido afecta a este tipo de comunicación de la misma manera que cara-a-cara, es decir, causa molestia y ruptura. Sin embargo, debido al efecto de aislamiento del teléfono o auriculares y control del volumen de la información entrante o saliente, pueden tolerarse niveles más altos de intensidad o volumen de ruido.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Muchas actividades generan ruido suficiente para interferir en la comunicación auditiva.

**Construcción.** Los proyectos de la construcción generan ruido a través del uso de vehículos, equipo de la construcción, y herramientas. Los niveles del ruido son lo suficientemente altos para impactar a todos los tipos de comunicación, particularmente para el operador y personal en el área de la construcción en general.

**Actividades de trabajo.** El funcionamiento de la mayoría de los vehículos, maquinaria, y equipo generador de energía crea ruido a niveles que interfieren en la comunicación de operadores, personal en el área, y las comunidades. La comunicación en, y cerca de, establecimientos para mantenimiento y reparación también serán afectados por el ruido generado por herramientas y vehículos.

**Entrenamiento militar.** Los ejercicios de entrenando que usan vehículos de aire, tierra, y agua; armas; y la maquinaria crean niveles de ruido suficientes para interferir en la comunicación entre el personal militar.

**Actividades de plantas industriales.** La maquinaria y herramientas de poder contenidas en plantas industriales son una fuente significativa de ruido que afecta a la comunicación dentro de la planta.

#### **Fuente de los efectos.**

Las fuentes de ruido que afectan este atributo incluyen los siguientes:

**Vehículos.** Los vehículos en el aire, en la tierra, o en el agua son fuentes importantes de ruido que afectan a la comunicación de operadores y la comunidad. Los ejemplos incluyen a lo siguiente:

- Aviones alrededor de los aeropuertos bases aéreas militares afectan a la comunicación significativamente, particularmente en operaciones del aeropuerto y en áreas de la comunidad directamente bajo las trayectorias de vuelo.
- Los vehículos grandes generan niveles de ruido muy altos y puede afectar a la comunicación entre los operadores y otro personal en áreas de operación.
- Otros vehículos, particularmente al operar en grupos, afectan a la comunicación cerca de las carreteras y otras rutas.
- Equipo de la construcción. Este equipo también tiene alto nivel de ruido y afecta a la inteligibilidad de la comunicación en el sitio de construcción. Transporte o rutas al sitio también pueden generar niveles del ruido que interfieren con la comunicación cerca a las rutas.
- Equipo militar. Armas de todos los tipos (incluyendo armas pequeñas) tiene niveles del ruido sumamente altos y puede interrumpir la comunicación cara-a-cara. Durante las actividades de gran potencia, aun la comunicación telefónica puede dificultarse. Las armas logran tal nivel de ruido que pueden distorsionar la visión momentáneamente.
- Maquinaria. La maquinaria localizada en plantas industriales donde muchas máquinas están operando continuamente puede afectar las actitudes e irritabilidad de los obreros severamente dentro de la planta.

#### **Variables a ser medidas.**

Las variables importantes de ruido que afectan en la comunicación cara-a-cara son: intensidad del nivel de ruido del ambiente y la distancia entre el portavoz y el oyente. Al aumentar la intensidad, el enmascaramiento de la inteligibilidad del discurso también aumenta, se dificulta más el entendimiento del habla y la discriminabilidad disminuye. También, mientras la distancia entre el portavoz y el oyente aumenta, el discurso se dificulta más ser oído y entendido, y la molestia y la frustración se incrementan.

En la comunicación telefónica, el ruido de fondo aumenta el nivel de ansiedad.

Cuando estas variables aumentan, el portavoz levanta su voz para superar el enmascarado. Por supuesto, la voz alcanza un punto donde se fatiga y no puede superar el enmascarado, y la comunicación es imposible. Además, la tensión de gritaría y de intentar oír - está fatigando y está frustrando en cualquier situación, y puede llevar a ineficiencia.

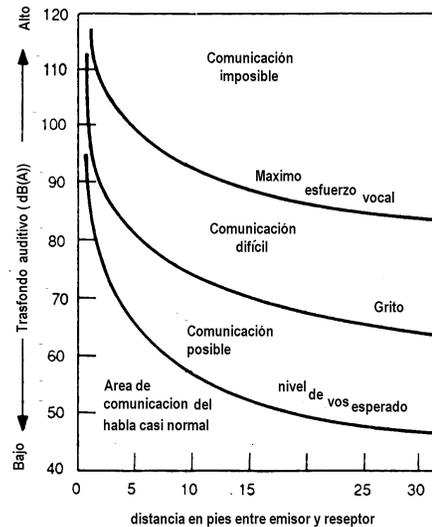
#### **Cómo las variables son medidas.**

La intensidad inconstante puede medirse o puede proyectarse en dB(A) las unidades, como especificó en la sección de efectos fisiológica. La distancia entre el portavoz y el receptor debe medirse en pies .

La evaluación e interpretación de datos.

El impacto de ruido en cara-a - la comunicación de la cara puede ser evaluada usando el mapa en Fig. B.7. Entre en el lado del mapa al dB(A esperado) el nivel del ruido y el fondo a la media distancia esperada entre el portavoz y oyente. Si la intersección de las dos caídas de valores sobre el área de comunicación del discurso casi normal, entonces la comunicación del discurso está siendo adversamente afectado. en conversación personal, la distancia del portavoz al oyente normalmente está aproximadamente 5 pies; casi normal comunicación pueda proceder en niveles del ruido tan alto como 66 db(A). Muchas conversaciones involucran grupos; en esta situación, las distancias de 5 a 12

pies son comunes y la intensidad nivel del ruido del fondo debe estar menos de 60 dB(A). En las reuniones públicas y las sesiones de entrenamiento al aire libre, las distancias entre el portavoz y oyente están a menudo aproximadamente 12 a 30 pies, y el nivel legítimo del ruido del fondo debe guardarse debajo de 55 dB(A) si la comunicación del discurso casi normal es ser posible (Molinero, 1971). En comunicación telefónica, la intensidad del fondo nivela 65 dB se puestos en aumento intruso anteriormente (vea Fig. B.8).



#### Condiciones especiales.

Hay áreas especiales donde la comunicación no debe perturbarse. Estas incluyen áreas de entrenamiento, escuelas, iglesias, bibliotecas, teatros, oficinas, hospitales, y laboratorios de la investigación. Se deben aislar las fuentes del ruido incluso el transporte de aire y tierra de estas áreas sensibles o las áreas contra el ruido externo.

#### Limitaciones geográficas y temporales.

Vea discusión de efectos fisiológicos.

#### Mitigación de impactos.

Asegurar comunicación inteligible, las fuentes del ruido y el personal necesitan ser aislados o aislaron entre si de. Las áreas especiales (vea condiciones especiales), donde la comunicación es especialmente sensible, debe aislarse bien y debe aislarse contra el ruido externo. Cuando es inevitable tener personal que este cerca de los niveles del ruido altos, deben usarse dispositivos de comunicación especiales (Ej., auriculares).

#### Efectos secundarios.

Cuando la comunicación se vuelve difícil cada vez más, impactos en psicológico y los efectos de la actuación pueden ocurrir. Las dificultades continuas pueden llevar a cambios, arrojando una serie de ramificaciones socio-económicas y biofísicas.

### EFFECTOS DE RENDIMIENTO

#### Definición del atributo.

El ruido puede afectar la habilidad de los humanos para realizar tareas mecánicas y mentales. El ruido puede afectar al desempeño adversamente a través de:

- El aumento de tensión muscular que puede interferir con el movimiento
- El lapso en atención o desviación de la atención de la tarea.
- El enmascarando de signos auditivos necesitados
- la sobresalte respuesta a los ruidos de alta-intensidad

Las tareas mecánicas pueden ir del ensamble mecánico simple a las tareas más complejas. Las tareas del bajo orden, como ensamble mecánico o actividades de rutina de manuales, son menormente influenciadas por ruido. De cualquier forma, las actividades de esta naturaleza son alteradas de tres maneras esenciales por alta intensidad de ruido. Aunque el rendimiento de trabajo permanece relativamente constante, los errores del obrero pueden aumentar (Molinero, 1971), el juicio del tiempo puede distorsionarse, y un mayor esfuerzo es necesario para permanecer alerta (Kryter, 1985). El ruido puede afectar el desempeño de tareas que son realmente demandantes y/o requieren vigilancia constante (Sección americana de Comercio, 1970).

Las tareas mentales, como resolución de problemas y el pensamiento creativo, es afectado mayormente por el ruido. Tareas de orden mayor que requieren mayor capacidad mental (aunque depende del individuo) son generalmente corrompidas por ruido de menor intensidad que para tareas mecanizadas. Es importante, por consiguiente, mantener el nivel de ruido en un mínimo en y cerca de las áreas de oficina.

Cuando una tarea (mental o mecánica) requiere del uso de signos auditivos, discurso o no- discurso, el ruido a cualquier nivel de intensidad es suficiente para enmascarar o interferir con la percepción de estos signos lo cual interferirá con el desarrollo de la tarea (Molinero, 1971).

**Actividades que afectan el atributo.**

Las actividades más importantes que pueden alcanzar niveles de ruido suficientes para afectar al rendimiento se discuten debajo:

- Construcción. Los proyectos de la construcción generan ruido a través del uso de vehículos, equipo de construcción, y herramientas de poder. Los niveles del ruido son lo suficientemente altos para afectar en las tareas mentales. Las tareas mecánicas en el sitio generalmente son consideradas muy físicas y probablemente serían inafectadas por los niveles del ruido. La construcción adyacente a los edificios ocupados es una fuente de problemas común.
- Actividades de trabajo. La operación de todo tipo de vehículos y maquinaria creará niveles de ruido suficientemente altos para afectar el desempeño humano, principalmente a través de la distracción.
- Entrenamiento militar. Los ejercicios de entrenamiento que usan vehículos, armas, y maquinaria crean que el nivel de ruido sea lo suficientemente alto para distraer a las personas.
- Actividad de plantas industriales. La maquinaria y herramientas de poder contenidas en plantas industriales son una fuente significativa de ruido que afecta el desempeño mental y mecánica.

**Fuente de efectos.**

Las fuentes de ruido que puede afectar actuación incluyen:

- Armas. Las armas de todos los tipos generan niveles de ruido que puede interferir e interrumpir las tareas mentales y mecánicas complejas y precisas.
- Vehículos. Los vehículos de todo tipo son fuentes del ruido significantes que pueden interferir en el desempeño de tareas. En particular, los aviones pueden corromper las tareas mentales de segmentos grandes de comunidades.
- Maquinaria. La maquinaria y herramientas de poder en áreas industriales crean niveles del ruido altos que podrían afectar las tareas mecánicas precisas y complejas.
- Equipo de la construcción. El ruido de este equipo puede afectar las tareas mentales del personal en el área.

**Variables a ser medidas.**

La variable más importante de ruido que afecta al desempeño de tareas es la intensidad. Al aumentar la intensidad del ruido, los efectos del ruido en el desempeño también aumentan. Primero, son afectadas las tareas mentales, después, mientras la intensidad aumenta aún mas, las tareas mecánicas más complejas y precisas se ven afectadas.

**Formas de medición de variables.**

La intensidad de ruido es medida en términos de decibeles. Una discusión detallada de las formas de medición puede encontrarse en la descripción de efectos fisiológicos.

**Evaluación e interpretación de datos.**

Además de la información sobre el impacto de ruido discutida antes, las Tablas B.9 y B.10 proveen información de los criterios para la comparación relativa de tareas mentales y varios tipos de uso de suelo.

**Condiciones especiales.**

Las áreas específicas donde se desarrollan las tareas mentales no deben perturbarse. Estas áreas incluyen oficinas, áreas de conferencias, escuelas, áreas de entrenamiento interno, bibliotecas, y laboratorios de investigación. En términos de tareas mecánicas, es difícil ser más específico. Dondequiera que se desarrollen tareas mecánicas más complejas y precisas, se debe proteger el ambiente de las actividades de ruido de alta intensidad.

**Limitaciones geográficas y temporales.**

Vea discusión bajo efectos fisiológicos

Tabla B.9 Criterios recomendados para uso de suelo

	CHABA		JSPM	
	Ldn	Leq	Ldn	Leq
Residencial	55		64	
Hospital	55		64	
Hotel, motel	60		64	
Escuela		55		64
Iglesia		60		64
Edificio de oficinas		70		69
Teatro		70		69
Estadios		70		74

Parques	60	69
áreas exteriores de eventos especiales	*	*

\*anfiteatros al aire libre u otros usos de suelo que requieran consideraciones especiales no deben permitir la invasión de ruido externo que sobrepase un nivel 5dB debajo del Leq existente.

CHABA grupo de trabajo (committees on hearing and bioacoustic)

JSPM - Planeación en ambientes auditivos (Joint Services Planning Manual)

Ldn- Promedio de niveles de sonido medidos en el medio durante 24 horas con 10 dB de sanción para las horas de noche ( 10 p.m. a 7 a.m. )

Leq- Niveles de sonido equivalentes

Tabla B10 Criterio de sonido para trabajos mentales

Tipo de habitación	Máximos niveles permisibles (mediciones hechas cuando el cuarto no está en uso)
Pequeña oficina privada	45 dB(A)
Sala de conferencias	35-40dB(A)
Oficina de secretaria	60 dB(A)
Salón de escuela	30-35 dB(A)
Lectura	40-45 dB(A)
Meditación	40 dB(A)
Estudio	40-45 dB(A)
Actividades individuales creativas	45-45 dB(A)

#### Mitigación de impacto

El método óptimo para reducir niveles de sonido es mediante la reducción o aislamiento de la fuente. Otros métodos son discutidos en la descripción del atributo para efectos fisiológicos del ruido.

#### Efectos secundarios

La exposición continua al ruido puede llevar a cambios en el uso tierra, ocasionando una serie de impactos socio-económicos y biofísicos.

### EFECTOS A LA CONDUCTA SOCIAL

#### Definición del atributo.

La conducta social se refiere a la habilidad del individuo a funcionar mentalmente de una manera normal en base interpersonal. Bajo ciertas condiciones, dentro de las comunidades, se alteran relaciones interpersonales cuando el ruido es de intensidad suficiente. Las áreas para socializar pueden restringirse debido a la exposición de ruido. Las áreas al aire libre son las primeras en ser afectadas restringiendo estos eventos a interiores residenciales. El patrón de entretenimiento es confinado y restringidas. Cuando uno o más métodos básicos de comunicación auditiva (cara-a - cara o telefónico) se enmascara, los canales para la interacción social es limitada. Estos resultados, a su vez, afectan actitudes personales y crean molestia.

#### Actividades que afectan el atributo.

Muchas actividades generan niveles de ruido que podrían interferir en la conducta social.

Construcción. Los proyectos de la construcción generan suficiente ruido para interferir con la conducta social de personal y comunidades localizadas cerca del sitio. En particular, rutas nuevas de transporte a un sitio introducirán niveles nuevos de ruido a los ciudadanos que habitan en el área, el cual puede alterar su conducta social.

Actividades de trabajo. El funcionamiento de aviones, vehículos superficiales y otro equipo aumentan el nivel del ruido del ambiente externo, donde la socialización ocurre con frecuencia. La conducta social dentro de estructuras también puede ser afectada por estas actividades, si sus niveles del ruido son extremos.

Entrenamiento militar. Los ejercicios de entrenamiento que usan vehículos, armas, y maquinaria generan niveles de ruido suficientes para interferir con la socialización entre el personal. El ruido de los ejercicios de entrenamiento a gran escala también puede afectar a la comunidad.

Planta industrial. La maquinaria y actividades en la planta son una fuente significativa de ruido que afectan en la conducta social entre el personal y en comunidades cercanas.

Fuente de efectos. La mayoría las fuentes del ruido son capaces de influir en la conducta social en ambientes comunitarios, particularmente en áreas al exterior. En y alrededor de las bases aéreas militares y aeropuertos, armas, equipo de la construcción, aviones, helicópteros, y vehículos terrestres de transporte generan niveles de ruido suficientes para interferir en la comunicación interpersonal, afectando y limitando así la conducta social en la base y en comunidades circundantes. La conducta social dentro de estructuras es principalmente afectada por las máquinas, calefacción y unidades del acondicionamiento del aire, operación de aparatos, equipo de investigación, o fuentes del ruido externas con niveles muy altos como aviones, camiones, y equipo de construcción.

#### **Variables a ser medidas.**

Las variables más importantes que afectan este atributo están discutidas en el apartado de efectos de comunicación. La comunicación, al ser más difícil o imposible las relaciones interpersonales y el comportamiento social se vuelven limitados, sobre todo en el ambiente al aire libre.

#### **Formas de medición de variables.**

Vea la discusión bajo los efectos de comunicación y efectos fisiológicos.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Las técnicas de evaluación, descritas en los apartados de efectos de comunicación y efectos psicológicos, deben aplicarse, para ambientes al aire libre e interiores.

#### **Condiciones especiales.**

La conducta social es importante para las personas. La habilidad de poder socializar con los amigos, vecinos, y miembros de la familia es una actividad humana esencial. La interrupción constante de estas actividades puede producir frustración y molestia. Por consiguiente, es importante considerar el impacto de fuentes del ruido continuas o muy repetitivas, como aviones, armas, y vehículos, en la conducta social en comunidades circundantes.

#### **Limitación geográfica y temporal.**

Normalmente se espera que la estaficación tenga lugar en la comunidad y alrededor y dentro de áreas de vivienda y de esparcimiento. Estas áreas deben medirse entonces (por dentro y fuera) para determinar si cualquier fuente del ruido es afectada por conductas sociales. Una de las fuentes del ruido más prevalecientes es el transporte incluyendo rutas que atraviesan a la comunidad y trayectorias de vuelo. Éstos, también, deben medirse.

La socialización ocurre con mas frecuencia por las tardes, noche temprana y en fines de semana. La medición de ruido durante estos periodos debe enfatizarse para este atributo.

#### **Mitigación de impacto.**

La conducta social es principalmente afectada por las fuentes del ruido que crean niveles altos de ruido en el ambiente al aire libre. La implementación de técnicas de mitigación para control en fuentes como, el aislamiento de las fuentes de la comunidad, o la creación de barreras sería útil.

#### **Efectos secundarios.**

La exposición continua al ruido puede llevar cambios en el patrón de uso de suelos, produciendo una serie de impactos socioeconómicos y biofísicos.

## **ESTILOS DE VIDA**

#### **Definición del atributo.**

Este atributo se refiere a las distintas actividades sociales de los humanos. Estas actividades asumen a menudo características estructurales que en el futuro serán organizaciones. La generación de organizaciones puede variar, dependiendo de las características, intereses y objetivos de la población de la organización. Algunas bases comunes para estas organizaciones son raciales, étnicas, políticas, religiosas, y profesionales. Otra perspectiva de este atributo ocurre en forma de interacción formal entre amigos, parientes y trabajadores.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

La mayor clase de actividades que alteran a este atributo son aquellas que afectan al empleo y seguridad de trabajo, los estándares de vida, el desarrollo de la comunidad y la oportunidad recreativa. Ejemplos de éstos incluyen migración de la población, proyectos de transporte, proyectos grandes de construcción, proyectos de recursos de agua y actividades relacionadas a la industria. Varias actividades menores que se encuentran dentro de estas categorías mayores pueden afectar a este atributo.

#### **Fuente de efectos.**

Los cambios o impactos que ocurren en este atributo, serán dependientes de los cambios que ocurren en la población. Por ejemplo, en una comunidad donde se han establecido varias actividades, la emigración de porciones grandes de la población podría romper con varias actividades formales e informales. Ejemplos de algunas de estas actividades son los equipos deportivos comunitarios, escuelas y grupos eclesiásticos. Las interacciones individuales informales también serán consideradas en este atributo.

El siguiente ejemplo esta dado para ilustrar cómo un cambio significativo en la población puede causar cambios en este atributo. Si la población estuviera compuesta predominantemente de personas mayores, el tipo de actividades en que ellos serían involucrados podrían incluir clubes de hobbies, trabajos manuales y juegos de cartas. Si una porción grande de esta población fuera a emigrar del área, la estabilidad de algunas de estas actividades podría afectarse. Igualmente, si muchas más personas del mismo grupo de edad, con los mismos intereses, entran a la comunidad, la estabilidad de estos grupos podría fortalecerse. También, si la mezcla de la población fuera cambiada significativamente, quizás por una entrada de personas más jóvenes, la estabilidad podría verse amenazada o, más importante aún, los miembros presentes podrían sentirse amenazados.

#### **Variables a ser medidas.**

Las variables a ser medidas para este atributo no pueden identificarse precisamente. El propósito de considerar este atributo, es identificar esos casos en los que ocurrirá un cambio notable y afectaría a muchas personas. El objetivo es identificar cambios generales en las actividades sociales y las prácticas que serán causadas por la acción propuesta.

#### **Formas de medición de variables.**

Las actividades de este atributo no pueden medirse de forma precisa. Una aproximación que puede tomarse para medir los cambios en este atributo involucraría la realización de un sondeo del área para determinar el numero y formas de organizaciones y eventos sociales que existen antes de que la acción propuesta tome efecto.

Algunas personas que podrían ser buenas fuentes para predecir e interpretar impactos en este atributo son los líderes participantes en las organizaciones, en equipos atléticos locales, en la comunidad social, líderes de recreación y los líderes políticos locales.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

La interpretación de los impactos o cambios en este atributo, debe ser realizada mediante la evaluación del impacto el cual debe ser después analizado junto a la opinión y evaluación de las personas mencionadas anteriormente.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Normalmente, debe incluirse un área geográfica más grande que la comunidad inmediata en el análisis, porque los impactos generalmente ocurren en el área adyacente lo cual provoca cambios dentro de la comunidad. La residencia y ubicación de trabajo de aquellos que toman parte en las actividades, son consideradas parte de este atributo y deben ser incluidas en el área geográfica. El análisis debe incluir un resumen de este atributo antes de que la acción propuesta tome lugar y sucedan los cambios anticipados por resultado de la actividad propuesta. Además de estas consideraciones, para conseguir una visión más realista de los impactos totales, se debe considerar cual sería la condición de este atributo si la situación actual, o la situación anterior, continuaran, y también los cambios que normalmente ocurrirían, con la acción propuesta.

#### **Mitigación de impacto.**

Aunque estos impactos no pueden mitigarse completamente (con la excepción de posponer la acción propuesta indefinidamente), el efecto anticipado de los impactos podría ser disminuido simplemente mediante la prevención a participantes los impactos que se espera que sucedan. Esto permitirá a las organizaciones y a los participantes de actividades informales prepararse para ajustarse a los impactos esperados.

#### **Efectos secundarios.**

Los cambios socio-económicos frecuentemente pueden producir impactos secundarios o indirectos en el ambiente biofísico. Estos impactos necesitan ser identificados y evaluados. En el caso de cambios sociales, puede haber efectos en el medio ambiente, en el aire, en el agua, en la tierra, etc., y aumentar o disminuir la población de un área. El crecimiento poblacional trae consigo una mayor demanda de agua, tratamiento de drenaje y energía; requieren de nuevas viviendas lo que requiere de tierras, centros comerciales y escuelas, y requieren de transporte lo cual aumenta la congestión de tráfico y degradación de la calidad del aire.

## **NECESIDADES PSICOLÓGICAS**

#### **Definición del atributo.**

Este atributo se refiere a las necesidades de los seres humanos que pueden distinguirse de las necesidades fisiológicas y se refieren principalmente a la estabilidad emocional y seguridad. Aunque este atributo podría relacionarse a factores como: instintos, procesos de aprendizaje, motivación y conducta, estos factores no son incluidos en este atributo debido a la dificultad en que involucra relacionar los cambios en los factores externos que pueda provocar cambios en estos factores. La estabilidad emocional y seguridad son, por consiguiente, las únicas dos necesidades psicológicas que son consideradas en este atributo.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Las clasificaciones mas importantes de las actividades que afectan a este atributo son principalmente las mismas que aquellas descritas para los estilos de vida.

#### **Fuente de efectos.**

Cambios en el grado de estabilidad emocional y sentimientos de seguridad en de los individuos afectados podrían ocurrir debido a varias actividades. Por ejemplo, en actividades mayores de proyectos de construcción o industria, puede ser necesario, para algunas personas, que sean desplazadas de sus casas o negocios. Aunque es difícil de anticipar el efecto de tal reubicación, la experiencia casi siempre ha mostrado que tales actividades tienen efectos negativos en las personas involucradas. Estos efectos variarán en su grado de permanencia.

También, cuando la actividad propuesta involucra el crecimiento o decremento del número de trabajos u otras oportunidades (e.j. recreativos) incrementa o disminuye en el número de trabajos u otras oportunidades (Ej. recreativas) de un área, puede asumirse que dichas actividades aumentarán o disminuirán los sentimientos de seguridad, particularmente para aquellos que son directamente afectados por el cambio en la disponibilidad de trabajo.

Los sentimientos de preocupación por la seguridad física pueden ser afectados a través del miedo en la seguridad personal por los elementos de crimen o por los desastres naturales o humanos inducidos (Ej. plantas de poder nucleares o instalaciones industriales).

#### **Variables a ser medidas.**

Aunque ninguna variable específica se identifica para este atributo, una idea general del grado al cual las necesidades psicológicas de individuos y comunidades están siendo cubiertas puede obtenerse.

#### **Evaluación e interpretación de datos; formas de medición de variables.**

Los datos relacionados a los impactos de este atributo deben ser obtenidos de varias fuentes. Una fuente puede ser los planes detallados de las actividades propuestas y la identificación de los grupos que pueden ser afectados de tales formas como en el ejemplo anterior. Esta información puede darse entonces a psicólogos, los cuales pueden anticipar e interpretar, de mejor manera, los cambios que ocurrirán como resultado de la actividad propuesta. Los impactos en este atributo no pueden medirse pero puede identificarse si los impactos son potencialmente benéficos o destructivos.

Otra información puede obtenerse a partir de muestreos personales o por la consulta a consejeros locales, clero y oficiales. Un buen plan de involucramiento público ayudará en la adquisición de los datos (vea Capítulo 11).

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

El área geográfica para este atributo debe contener a las personas que creen que serían afectadas por el atributo. Esto, por consiguiente, podría incluir áreas dentro y fuera de la comunidad adyacente a la actividad.

El tiempo límite para este atributo sería igual que para los otros atributos de esta sección. El período de tiempo de antes debe ser ese tiempo brevemente antes de la instigación de la actividad propuesta. El período de tiempo de después debe incluir al tiempo inmediatamente después que la actividad propuesta se ha completado.

#### **Mitigación de impacto.**

Algunos impactos adversos pueden ser vistos en la actividad propuesta, incluyendo un plan de acción, que permita la ayuda para aquellas personas que pudieran ser impactadas. Por ejemplo, cuando el número de trabajos es limitado, podría ponerse un servicio para esas personas que estarían sin sus empleos y podrían obtener asistencia para encontrar empleos en otras áreas. En los problemas causados por reubicación, podría instituirse algún programa de ayuda para ayudar a las personas a encontrar nuevo alojamiento y negocios comerciales similares a los que ellos tenían.

El miedo en la seguridad personal se puede disminuir a través de programas planeados de seguridad y coordinados por grupos de interés público.

#### **Efectos secundarios.**

Ver la descripción de los estilos de vida

#### **Otros comentarios.**

Aunque los impactos que pueden ocurrir en estos atributos son difíciles de identificar, medir, y evaluar, el atributo es incluido en el proceso de valoración de impacto porque es muy importante. Por consiguiente, es necesario intentar identificar situaciones donde tales impactos pudieran ocurrir, aun cuando solamente los impactos potenciales puedan ser identificados, con muy poca interpretación o evaluación. Este atributo es útil, por lo menos para tratar de anticipar donde los impactos puedan ocurrir y en la identificación de situaciones para las cuales se deban planear e incluir procesos de mitigación sobre la actividad propuesta.

## **SISTEMAS FISIOLÓGICOS**

### **Definición del atributo.**

Este atributo se refiere a cualquier parte del cuerpo humano o que tiene un rol en una función corporal y es por lo tanto, relacionada a la salud física y a el bienestar. Este incluye ambas partes individuales (órganos) y sistemas, como lo son: el sistema respiratorio, circulatorio, digestivo, óseo, excretorio y de transporte. Todas las partes del cuerpo humano que contribuyen al funcionamiento efectivo y eficiente son incluidos en este atributo.

### **Actividades que afectan al atributo.**

Las clasificaciones mayores de las actividades que pueden afectar a este atributo incluyen construcción; actividades operacionales; entrenamiento militar y cambios de misión; industria; y desarrollo, prueba y evaluación de investigaciones. Cualquier actividad que pueda dañar o amenazar el funcionamiento eficaz de cualquier parte del cuerpo humano debe ser considerada en su efecto sobre este atributo.

#### **Fuente de efectos.**

Las posibles fuentes de impactos sobre este atributo son varias. Ellos van desde actividades realizadas en un laboratorio y actividades de construcción que podrían dañar a la seguridad de los individuos que trabajan en el área. Este atributo considera cualquier riesgo que pueda dañar la salud o seguridad de cualquier individuo.

#### **Variables a ser medidas.**

No hay una lista de variables que puedan medirse para este atributo. El propósito de este atributo es identificar fuentes potenciales de daño hacia las personas. Por consiguiente, las actividades e implicaciones de la actividad propuesta deben examinarse detalladamente para así determinar si cualquiera de las actividades puede ser potencialmente dañina. Un programa de involucramiento público (Capítulo II) sería valioso para la identificación de estos factores.

#### **Formas de medición de variables; evaluación e interpretación de datos.**

Sería útil confiar en el conocimiento y habilidad de las personas que están familiarizadas con los tipos de daño considerados en este atributo y que pueden ocurrir. Se sugiere que se contacten médicos y que les proporcione la descripción de la actividad propuesta. La seriedad de los impactos potenciales puede ser después determinado mediante la opinión profesional.

#### **Condiciones especiales.**

Se debe determinar la cantidad de personas que serán afectadas por los impactos esperados. Aunque los impactos no son considerados como ligeros aun cuando ellos afecten sólo a unos pocos, puede decirse con seguridad que la gravedad aumentará con el aumento de las personas afectadas.

#### **Mitigación de impacto.**

Los impactos anticipados en este atributo pueden ser mitigados tomando las medidas preventivas, necesarias para evitar el impacto. Esto puede ser implementado incluyendo prácticas específicas de seguridad e instrumentos de protección en la actividad propuesta.

#### **Efectos secundarios.**

Los efectos en los sistemas fisiológicos también pueden afectar las necesidades psicológicas y pueden tener ramificaciones económicas adicionales si un número significativo de obreros o la producción es afectada.

### **NECESIDADES DE LA COMUNIDAD**

#### **Definición del atributo.**

Este atributo se refiere a algunos de los muchos servicios que una comunidad requiere. Incluye aspectos como alojamiento; suministro de agua; instalaciones de manejo de drenaje; servicios como gas, electricidad y teléfono; instalaciones recreativas; policía y bomberos. La naturaleza del cambio o impacto que ocurre en este atributo como resultado de la actividad propuesta será altamente dependiente del tipo de cambio esperado en la población como resultado de esta actividad propuesta.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Las clasificaciones mayores de las actividades que generalmente afectan a este atributo están descritas en la sección referente a estilos de vida.

#### **Fuente de efectos.**

Al ocurrir cambios en la población y características de la población, las necesidades o servicios requeridos para esa población también cambiarán. Por ejemplo, en la categoría de actividad general de construcción, una fuerza temporal de obreros puede requerirse para realizar dicha actividad. Si los obreros de la construcción y sus familias deben establecerse en un área hasta que la construcción se complete, estos obreros y sus familias requerirán de servicios particulares, como aquellos mencionados en este atributo. Igualmente, cuando ellos dejan la comunidad, la demanda para estos servicios se habrá reducido, o quizás incluso disueltas, dejando a la comunidad con un suministro de servicios que ya no se necesitan, pero para la cual se ha incurrido en la deuda pública.

También, en actividades de desarrollo industrial, se puede traer a un grupo de personas a un área de base permanente, y la comunidad puede encontrarse desprevenida para proporcionar los servicios y necesidades a esta adición permanente de personas. También pueden ocurrir, impactos como resultado del cambio en una misión militar o en el número de actividades de entrenamiento que se llevan a cabo en una base militar particular. Estos impactos pueden resultar de un número menor de personas que requieren los servicios que ya han sido diseñadas para servir a un número mayor de personas. Por ejemplo, una comunidad puede tener una sobre oferta de casas o puede tener que disminuir el número de personal requerido actividades como policía y bomberos.

En éstas y otras actividades, hay sub-actividades particulares que se relacionan directamente con la provisión de algunos de estos servicios. Por consiguiente, cualquier actividad propuesta que tenga que ver con la provisión de tales servicios debe ser investigada para determinar el posible impacto que pueda crear.

#### **Variables a ser medidas.**

Para el procedimiento de valoración de impacto, las variables que deben medirse son aquellas que indicarán los servicios en la comunidad que están disponibles así como qué servicios se necesitan. La comunidad debe inspeccionarse para determinar: (1) el cambio en la población y las características de esa población; (2) el número de casas y apartamentos disponibles para satisfacer las necesidades de la población si hubiera un

aumento; (3) el número de casas que proporciona con agua y la disposición del alcantarillado y otros medios; (4) el número de personal en la fuerza policíaca y la sección de fuego; y (5) el número de acres de tierra apto para las actividades recreativas y el número de actividades recreativas disponible en el área.

#### **Cómo son medidas las variables.**

Deben inspeccionarse las comunidades para determinar que servicios se encuentran disponibles. Por ejemplo, debe hacerse un estudio, determinar el número de unidades de la morada disponibles (casas, apartamentos y remolques, por ejemplo) y el número disponible que sirvió con agua adecuada, alcantarillado y servicio de utilidad. La disponibilidad de medios recreativos puede ser determinada notando el número de acres consagrado al uso recreativo y el número de actividades recreativas disponibles. El número de policías y el personal de bomberos deben determinarse para indicar el nivel del servicio que se encuentra disponible a la población.

Pueden utilizarse varias fuentes para obtener esta información. Las agencias tienen a menudo información sobre todos estos servicios. La policía y el personal de la sección de bomberos son fuentes que pueden dar una indicación de la suficiencia de estos tipos de servicios.

Después de que esta información se obtiene, será necesario relacionar las condiciones presentes, con el cambio que se anticipa en la población y la actividad propuesta. Si la población aumentara, debe determinarse si hay bastantes medios y servicios disponibles para servir a la población entrante. Por otro lado, si hay una disminución en la población o inmigración, los servicios proporcionados por la comunidad deben ser considerados en luz de la disminución proveniente en la demanda. Quizás pueden hacerse otros usos de esos servicios a lo largo de la demanda en sus funciones usuales.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

No hay ninguna regularización e interpretación de las variables antedichas. Con el propósito de una valoración de impacto, cuando se anticipan cambios en la población, de un área que causará problemas serios en los servicios que necesita la población y la situación debe ser estudiada para realizar una declaración de impacto y un juicio de un Especialista que puede ser útil determinando cuando un problema serio existirá, debido a una migración o inmigración de un número significativo de las personas en la comunidad.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

El área geográfica a ser considerada en este atributo variaría, dependiendo en la actividad propuesta. El área a ser considerada dependerá del lugar donde reside y trabaja la población afectada. Por consiguiente, cualquier área donde residan o trabajen las personas que sean afectadas por los servicios discutidos aquí dentro, deben ser considerados en la determinación del impacto.

Determinando el impacto que ocurre dentro de este atributo, el análisis debe hacerse para el área antes y después de la actividad propuesta y se instituye. Se sugiere que el "antes de" la incorporación del período de tiempo, se instituyen esas condiciones que existen o pueden anticiparse para existir brevemente antes de la actividad propuesta. También se sugiere que "después de" el período de tiempo, persigue brevemente a ese periodo de tiempo en la actividad propuesta o hasta que el proyecto se haya completado y este en completo funcionamiento.

## **ESTABILIDAD ECONÓMICA REGIONAL**

#### **Definición del atributo.**

Este atributo indica la habilidad económica de una región para resistir fluctuaciones severas, o la velocidad de la economía para volver a una situación de equilibrio después de haber recibido un impacto. Mientras mas diversa sea una economía y mientras más cercana sea su relación a las áreas de crecimiento de la economía nacional, será más estable.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

Cualquier actividad que resulte en algún tipo de relación de entrada o salida con un establecimiento o personal local tendrá un impacto en el crecimiento y estabilidad de la economía regional. Las compras directas tendrían un efecto, como lo tendrían las compras indirectas a través de la nómina. Los aumentos o disminuciones propuestas en cualquier área, son causas importantes de efectos.

#### **Fuente de efectos.**

La severidad de un cambio en la estabilidad es directamente proporcional al grado de dependencia de la economía regional en alguno de los sectores comerciales en su ingreso y empleo. Así, si uno o unas industrias o empresas dominan la economía de una región (medido por una porción del producto bruto regional o proporción de empleo total), esa región será muy sensible a los factores que afectan esas industrias. Las actividades que disminuyen la diversidad industrial en un área, están reduciendo la estabilidad de la región, especialmente cuando las industrias importantes son importantes localmente pero rechazadas nacionalmente. Los pueblos y las ciudades más pequeñas dependientes en una instalación militar o una fábrica, son ejemplos comunes.

#### **Variables a ser medidas.**

Los efectos en la economía regional son indicados por el porcentaje total de la actividad económica regional afectada por dicha actividad. Por ejemplo, si un 25% de todas las ventas del condado se derivan de las compras de una agencia de personal, pueden anticiparse impactos significativos de un cambio en el personal. Igualmente, la compra directa por de trabajo por la empresa u otros materiales de la economía local, deben ser examinados como un porcentaje de actividad económica local.

### **Formas de medición de variables**

El individuo que está midiendo el impacto en la estabilidad económica regional debe mostrar un nivel de ingenuidad considerable. Las variables a ser examinadas incluirían empleo en la actividad económica relacionada a actividades específicas. También podrían examinarse variables de ingreso y de producción.

### **Evaluación e interpretación de datos.**

No hay ninguna regla que permitiría determinar, sí o no, un cambio dado es pequeño o grande. En cambio, el juicio debe ejercerse con referencia explícita para las bases del juicio. Esta técnica le permitiría a cualquier crítico evaluar los hechos y quizás, discrepar con el juicio. Por lo menos, la consideración completa de los problemas y la razón para una conclusión se habrá echo.

### **Condiciones especiales.**

La estabilidad y quizás, el crecimiento son dos metas de una economía regional. Estos normalmente son incompatibles ya que, a la larga, se requiere de cierta especialización si se desea lograr una tasa de crecimiento mayor a la existente en el resto del país. Por consiguiente, las características únicas o especiales de la economía regional deben ser consideradas. Una economía con una base agrícola, por ejemplo, puede ser mucho mas impactada por la extracción de tierras agrícolas para ser usada en un proyecto planeado que si la tierra agrícola fuera retirada del uso en una economía basada en el sector industrial.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Las mismas limitaciones geográficas y temporales que son dadas para el consumo per capita son aplicadas en esta sección.

### **Mitigación de impacto.**

La mitigación de efectos negativos puede lograrse de dos maneras: O se aumenta la demanda para entrar en un crecimiento alto de industrias en la región, o se cambia la distribución de la demanda en el rendimiento de diferentes empresas con la finalidad de que la redistribución del empleo resultante se aproxime más estrechamente a la situación a nivel nacional (tomando en cuenta el potencial para la especialización regional).

### **Efectos secundarios.**

Los cambios económicos frecuentemente producen impactos secundarios o indirectos en el ambiente biofísico. Estos impactos necesitan ser identificados y evaluados.

En el caso de los efectos económicos, los programas o acciones que agregan o reducen rédito en unas áreas, resultarán en aumentar o disminuir la población y la nueva actividad económica en las comunidades locales. Esto puede tomar la forma de: tiendas de mayoreo nuevas o en pequeñas el aumento o decremento de establecimientos orientados al servicio, y cambios en el uso de suelo como desarrollos de nuevos de vivienda, centros comerciales etc., son creados o los requerimientos para estos son reducidos. La mayoría de estas actividades tendrán un impacto secundario en el aire, agua y en los atributos de la tierra.

## **INGRESOS Y EGRESOS DEL SECTOR PÚBLICO**

### **Definición del atributo.**

Este atributo es una expresión anual de los réditos y gastos per cápita de los gobiernos locales y estatales y las agencias asociadas de la región en estudio. Los cambios en esta variable pueden ser interpretados como una medida del cambio en el bienestar económico del sector público.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Los cambios en las condiciones económicas, sociales o físicas del área debido a actividades del proyecto pueden producir cambios en los réditos y gastos del sector público. Los efectos se sentirían principalmente a través de los cambios en empleo, actividades industriales o de manufactura y la adquisición o venta de bienes raíces por acción de agencias.

### **Fuente de efectos.**

La recepción de impuestos es directamente afectada por los cambios en el ingreso individual. Para los proyectos federales mayores, pagos del gobierno federal a los gobiernos locales, para compensar el aumento de los gastos locales, pueden ocurrir. Los cambios en el uso de suelo y por consiguiente, el valor evaluado también afecta los réditos colectados.

Numerosos cambios en los costos de servicios (y por consiguiente en los requerimientos para los gastos públicos) ocurren en tales áreas como educación, transporte, bienestar público, salud, servicios y recursos naturales debido al resultado directo de una actividad o indirectamente a través de los cambios de empleo causados por la actividad.

### **Variables a ser medidas.**

Una medida de un impacto es el ingreso y egreso promedio anual del gobierno relevante y sus agencias en una región geográfica definida sobre el tiempo de vida del proyecto, asumiendo que la actividad o proyecto hayan sido comenzadas, menos la misma medida sobre el mismo intervalo de tiempo, pero asumiendo que la actividad no ha sido comenzada ( y todo lo demás se mantiene igual). En lugar del promedio anual, puede escogerse un año reciente arbitrariamente y el cambio en el rédito del precio neto anual computado durante ese año.

Otro juego de variables sería una comparación de funciones de los gastos necesarios para proporcionar los servicios públicos adecuados con y sin el proyecto.

#### **Formas de medición de variables.**

La magnitud geográfica del sector público impactado debe definirse a priori, normalmente como un (pueblo, ciudad, o condado) local o el gobierno estatal. Los cambios en los ingresos y egresos deben ser estimados entonces en base a cosa por cosa. Los cambios de rédito de impuesto pueden estimarse como se describió en la sección de consumo per cápita. La tasa local de impuestos sobre la venta debe ser usado en lugar de tarifas estatales cuando sea pertinente, y las tarifas locales o estatales de impuesto sobre la venta deben aplicarse en ves de la tarifa compuesta nacional como es descrito en el atributo de consumo per capita

El cambio en los recibos de impuestos de gasolina es determinado calculando el cambio del porcentaje en el número de vehículos en el área. Esto implica que la proporción del impuesto, del consumo de gasolina por milla para cada vehículo y la distancia total recorrida por el vehículo sea constante. También puede asumirse que el cambio del porcentaje en los vehículos es proporcional al cambio en el ingreso personal. Pueden hacerse estimaciones independientes a través de entrevistas a los distribuidores automovilísticos, o multiplicando los cambios de población por un factor que represente automóviles per cápita. Los datos Locales deben reemplazar los datos estatales extrapolados cuando la información se encuentre disponible. Ya que los recibos de impuesto de gasolina de algún año futuro (bajo la asunción de que la actividad no ha sido emprendida) es la base para la medida; en un mínimo, deben extrapolarse ingresos del impuesto durante por lo menos dos años anteriores hasta llegar a la figura deseada.

Los cambios en los pagos al gobierno local o sus agencias por los individuos, negocios, y otras agencias referentes a bienes o servicios particulares (e.g., agua y otras utilidades públicas) deben ser incluidos en una base específica. Transferir pagos de fuentes externas que sean compensaciones directas o indirectas de los gastos incurridos deben ser basados en los cambios específicos en estos costos causados por la actividad del proyecto, siguiendo procedimientos estándares de reembolso. Por ejemplo, compensación para los gastos educativos aumentados para familias del ejército, es un pago de traslado al área local. Los cambios totales en los recibos de impuestos, subsidios, y pagos de transferencia debidos a la actividad del proyecto debe ser sumada para obtener una cifra agregada.

Los cambios en los gastos públicos locales debidos a la actividad pueden asumirse proporcionales a los cambios en el ingreso personal total en el área, lo cual refleja el número de consumidores de un bien o servicio público y el nivel per cápita de consumo. Entre estos gastos, se encuentran daños y perjuicios a instalaciones públicas o cualquier otro costo temporal o permanente identificado como resultado de la actividad del proyecto, pero no a través de cambios económicos y sociales dentro de la población. El cambio de porcentaje del ingreso del personal en el impacto está determinado del atributo de ingreso per cápita, y esta proporción debe ser multiplicada por los gastos del sector público por unidad de ingreso. Las cifras resultantes son el cambio en gastos públicos si el proyecto ocurre, y la suma de ellos da el cambio total de gastos

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Deben compararse los cambios en los réditos y los gastos del sector público para determinar si o no hay una ganancia o pérdida neta del sector público subsecuente al proyecto. La severidad del impacto (positivo o negativo) seguiría siendo un asunto de juicio individual y estaría en parte sujeto a las consideraciones de deuda de la comunidad

#### **Condiciones especiales.**

La medición puede mejorarse si se determina una estimación más exacta de los niveles de rédito y de gastos futuros sin el proyecto. Un análisis detallado, quizás usando técnicas de regresión múltiple, mejoraría estas proyecciones así como ayudarían a identificar y evaluar las relaciones causales más precisas entre los réditos y los gastos del sector público y los impactos directos de la actividad propuesta.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

En general, las mismas limitaciones geográficas y temporales que existen el atributo de consumo de per cápita son aplicables en esta situación. El rango geográfico de gobiernos locales y agencias públicas civiles con respecto a los réditos y gastos deben ser determinados de una forma similar a un análisis de áreas de mercado y de suministro de una empresa comercial del sector privado.

#### **Mitigación de impacto.**

Un impacto negativo puede mitigarse si las actividades del proyecto están diseñadas para reducir costos a la comunidad local (Ej. demanda para los bienes y servicios del sector público, daños y perjuicios físicos o económicos a la infraestructura existente) o para aumentar los pagos directos o indirectos al gobierno local.

#### **Efectos secundarios.**

Vea la descripción bajo estabilidad económica regional.

## **CONSUMO PER CÁPITA**

#### **Definición del atributo.**

El consumo anual de ciudadanos locales per cápita de bienes y servicios es el consumo per cápita. Esta variable puede interpretarse como una medida directa del bienestar económico personal.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

El aumento (o disminución) en empleo local, la expansión (o reducción) industrial y construcción, tienen el potencial para afectar el consumo per cápita.

#### **Fuente de efectos.**

Un cambio en la demanda bienes o servicios locales resulta en un aumento o disminución en el dinero disponible para la compra de bienes y servicios (ingreso disponible). Otro ejemplo es, el ingreso disponible y por consiguiente, el consumo pueden ser afectados por el cambio de la base de impuestos resultante de proyectos adquiridos por el gobierno de tierras sujetas a impuestos.

#### **Variables a ser medidas.**

La medida básica es la cantidad promedio que será gastada en cada año futuro a lo largo de la vida del proyecto por cada residente del área afectada para bienes y servicios pretendidos para el consumo personal, asumiendo que el proyecto no ha sido llevado a cabo. La variable indicando cambio es la misma calculación, pero bajo la asunción que el proyecto o actividad han sido llevadas a cabo (y todo lo demás exactamente igual) menos la medida de base.

#### **Formas de medición de variables.**

Asumiendo que los negocios no están a su capacidad total, un cambio en el rendimiento final (en dólares) va a ser reflejado en un cambio en todos los costos a corto plazo, incluyendo salarios. Con un retorno constante para la escala de entradas, el cambio es completamente proporcional al ingreso constante y el rédito del rendimiento y todos los costos cambiarán proporcionalmente al cambio en producción, basado en la proporción actual de estos valores. Además de los costos de empleo, las ganancias de los dueños de un negocio pueden cambiar. Una determinación de cómo afecta un cambio en la ganancia en un ingreso personal de la región debe ser basado en un análisis individual de cada negocio, con consideración para la magnitud de ganancia por dólar de rendimiento y la situación de los dueños (donde no es incluido el ingreso modificado de residentes no locales.). Por lo tanto, un coeficiente para una industria particular puede determinarse, mediante la proporción entre el ingreso personal local (sueldos, salarios, ganancias) y el rendimiento del dólar de la industria.

Los cambios fuera de la actividad del proyecto pueden ser aproximadamente determinados mediante la observación de todas las industrias, empresas o individuos que proporcionan algún ingreso necesario a la actividad y la cantidad de este ingreso en dólares. Incluidos como ingresos se encuentran tales bienes y servicios como materia prima local, bienes de venta y servicios comprados por personal de proyectos y sus familias, y contribuciones a caridades locales.

Los cambios en los ingresos (que son el rendimiento de las empresas abastecedoras) debe calcularse o estimarse con la mayor exactitud como sea posible. Asumiendo una función de la producción lineal constante, (mezcla constante de ingresos), el cambio en el rendimiento de una empresa abastecedora puede ser aproximado mediante primero determinar la proporción de los requisitos actuales de la actividad para el rendimiento de la empresa (en términos del dólar) a los requisitos totales actuales para esa actividad. Multiplicando esta proporción por el cambio en la actividad, es determinado el cambio en el rendimiento de la empresa. Esto se multiplica por la proporción del ingreso /egreso del personal previamente calculada para producir la cifra deseada.

Se asume que los precios son constantes, pero si se espera un cambio del precio como resultado de la actividad, entonces la proporción de entrada y salida debe ser recalculada basado en el nuevo precio antes de ser usado. Los cambios directos de empleo, cambian en la proporción del sueldo (quizás debido a un cambio en el tamaño de la fuerza obrera), o deben examinarse otros cambios que son causados directamente por la actividad propuesta. Cualquier información adicional que indique como el total de la nómina cambia con un cambio en la actividad debe ser, si es posible. Por ejemplo, fracasos comerciales o rupturas causadas por la actividad y que resultan en cambios de empleo deben ser incluidos. Otros determinantes del ingreso personal, como el ingreso del propietario, los dividendos, intereses, transferencias de pagos, pueden asumirse como cambios en la misma proporción que los ingresos personales a menos que información específica lo indique de otra forma. Se deben hacer intentos para evaluar estas proporciones cuando sea posible.

El cambio en el ingreso disponible es igual a el cambio en el ingreso personal menos el cambio en pagos de impuestos personales. Asumiendo una proporción de impuesto de ingreso eficaz constante (debido a los cambios incrementados en pequeños ingresos), esta proporción multiplicada por el cambio en ingreso personal, da el cambio del impuesto de ingreso total.

Los requisitos de datos más difíciles involucran la identificación de todas las actividades unidas a la actividad propuesta a través de una relación de entrada y salida y la determinación de cada coeficiente que indique el cambio del dólar en la salida de la empresa abastecedora (o individuo), debido a un cambio unitario en la actividad del proyecto (donde este rendimiento se relaciona con a la actividad particular a investigarse). Esta información sólo puede venir de un examen detallado de la actividad del proyecto.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

La interpretación de estos datos debe ser basada en un juicio individual ejercitado. Los juicios con respecto a impactos altos o bajos deben ser hechos por las personas que realizan la valoración. La razón para el juicio también debe declararse.

#### **Condiciones especiales.**

El análisis puede mejorarse si se completa un análisis completo de entrada-salida junto con un análisis económico detallado del cambio en el ingreso personal (y entonces en el ingreso personal disponible) que resulta del cambio en la salida de las actividades económicas ligadas al proyecto. Cuando los datos son inciertos, se debe hacer un intento utilizando resultados esperados, si es posible.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

El área geográfica dentro de la cual el ocurre el cambio debe determinarse primero, pero debe ser definido por la distribución espacial de la fuerza obrera afectada. Cuando las actividades del proyecto afectan el consumo fuera del área (y normalmente no sería incluido en el análisis), deben hacerse esfuerzos para separar los efectos importantes localmente de los efectos que están lejos del impacto del proyecto.

La metodología para medición del atributo presentada asume un promedio de los cambios anuales totales por encima de la vida del proyecto o actividad. Éste es un procedimiento arbitrario, y los beneficios temporales (discontinuos en tiempo) pueden aplicarse si se desea. Pueden hacerse cálculos durante diferentes años en el futuro en términos de, con o sin cambios de proyecto, y las figuras separadas son agregadas mediante primero multiplicándolos por pesos normalizados asignados arbitrariamente. Otra alternativa simple es escoger un solo año futuro para compararlo con o sin los cambios del proyecto, implícitamente asignando un valor de cero a los demás años.

### **Mitigación de impacto.**

Cualquier impacto perjudicial puede mitigarse mejor si se establecen uniones directas con las industrias del área, negocios u otras actividades económicas, motivando un flujo de dinero a la economía local.

### **Efectos secundarios.**

Vea descripción dada bajo estabilidad económica regional.

## **RECURSOS COMBUSTIBLES**

### **Definición del atributo.**

Los recursos de combustible incluyen todos los suministros básicos utilizados para la producción calorífica, eléctrica, transporte y otras formas de requerimientos de energía. Estos recursos pueden tomar la forma de combustibles fósiles (el aceite, carbón, gas, etc.), materiales radiactivos usados en plantas de energía nucleares o combustibles misceláneos como madera, desechos sólidos, u otros materiales combustibles. Las fuentes de energía solar, eólica e hidroeléctrica u otras fuentes de energía en un estado actual de desarrollo no son consideradas en este contexto.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Ya que el consumo de energía depende casi completamente de los recursos combustibles, es probable que casi cualquier actividad que consuma energía también consuma recursos combustibles de forma sustancial. Las acciones que requieren del consumo de energía pueden categorizarse en (1) residencial, (2) comercial, (3) industrial, o (4) actividades de transporte.

Las actividades residenciales incluyen calefacción espacial, agua caliente, cocina, secado de ropa, refrigeración y aire acondicionado asociado con el funcionamiento de las instalaciones de vivienda. También se incluye el funcionamiento de aparatos de energía intensivos como secadoras de pelo y tostadores.

Las actividades comerciales incluyen calefacción espacial, agua caliente, cocina, refrigeración, aire acondicionado, alimentación y otros aspectos consumidores de energía de la operación de plantas y edificios. Los medios que consumen cantidades particularmente significantes de energía incluyen panaderías, lavanderías y servicios de hospital.

Actividades industriales que requieren de grandes cantidades de recursos de combustible incluyen plantas de poder, plantas caloríficas y almacenamiento frío y plantas del acondicionamiento de aire. Otros funcionamientos industriales que requieren procesamiento de vapor, conductores eléctricos, procesos electrolíticos, calor directo o alimentación, también pueden impactar pesadamente en los recursos combustibles.

Actividades de transporte que involucran el movimiento de equipo, material o personal que requiere el consumo de recursos de combustible. El tipo de transporte puede incluir aviones, automóviles, autobuses, transporte en camión, tubería o vehículos acuáticos.

### **Fuente de efectos.**

La mayoría de los recursos combustibles utilizados se limitan a suministros existentes de combustibles fósiles y no fósiles en o bajo la superficie de la tierra. La demanda para estos combustibles en los Estados Unidos sobrepasa claramente a la tasa de producción de suministros domésticos; muchos de los recursos combustibles consumidos periódicamente en los Estados Unidos viene de fuentes extranjeras. Esto causa una dependencia en estas fuentes extranjeras las cuales influyen bastante en la estabilidad económica y tienen implicaciones estratégicas obvias. Las reservas conocidas de ciertos combustibles, gas natural particularmente, están limitadas a la tal grado que a menos que se tomen medidas de conservación inmediatamente, estos recursos serán consumidos en el futuro próximo.

### **Variables a ser medidas.**

Las variables más importantes a ser consideradas, para determinar los impactos en los recursos combustibles, son la proporción en el consumo de combustible para las actividades particulares siendo consideradas y el rendimiento útil de energía derivado del combustible que se consume. Varias unidades pueden utilizarse para describir las tasas de consumo: millas por el galón, pies cúbicos por minuto y normalmente se usan toneladas por día al describir el consumo de gasolina, gas natural y carbón, respectivamente. Similarmente, el rendimiento de energía de varios equipos consumidores de energía y combustible y las instalaciones pueden ser descritas por diferentes unidades- caballos de fuerza, kilowatt-hora y toneladas de enfriamiento son algunos ejemplos.

Una unidad común de calor, el BTU, puede aplicarse a la mayoría de los casos que involucran combustibles o consumo de energía. El BTU es la cantidad de calor que se requiere para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit. Por ejemplo, en la evaluación de sistemas de transporte, las alternativas pueden compararse en base a una escala de BTU por tonelada-milla.

Otras variables de interés incluyen la disponibilidad (a corto y largo plazo) de alternativas de combustible, los factores del costo involucrados y la distribución de transporte y rasgos del sistema de almacenamiento que se requirieren para cada alternativa.

Se pueden aplicar datos en el consumo de recursos combustibles en casi cualquier análisis de impacto ambiental, pero la profundidad y el grado al cual se requieren los datos dependen de la naturaleza del proyecto en consideración. Para el análisis de instalaciones u operaciones existentes, información suficiente debe estar disponible en los archivos existentes y fuentes de referencia. Cuando los combustibles alternativos o sistemas de transporte son el enfoque de la acción propuesta, se requerirá de mayor información de fondo para evaluar no solamente a la eficiencia pero la fiabilidad a largo plazo y el costo beneficio.

#### **Formas de medición de variables.**

Debido a la compleja naturaleza de las variables discutidas anteriormente, la mayoría son medidas por recursos ingenieriles y otros profesionales, aunque los resultados pueden ser aplicados por la mayoría de los individuos con un conocimiento técnico.

Una vez que los volúmenes de calor de combustibles son conocidos, pueden hacerse comparaciones en base al volumen de calor requerido por cada uno, logrando una actuación dada. Una proporción de energía (ER) puede establecerse como herramienta para la comparación. El ER se define como el número de Btus de un combustible equivalente a 1 Btu de otro combustible que proporciona la misma cantidad de calor útil. La determinación de proporción de energía requiere de la comprobación cuidadosa en un laboratorio o mediante comparaciones de campo y normalmente se obtienen resultados fiables cuando son realizados bajo condiciones imparciales y competentes. Estas proporciones han sido determinadas en varias pruebas y se han resumido en tales publicaciones como el libro de mano del Ingeniero de Gas.

Consumo de combustibles en una instalación puede obtenerse de los archivos operacionales. Las mediciones pueden realizarse usando medidores y otros dispositivos convencionales.

#### **Evaluación e interpretación de datos.**

Los datos de los recursos combustibles es muy factible que sean usados en un análisis de impacto medioambiental para el beneficio de proyectistas y consultores ya sea para (1) evaluar las alternativas de consumo de combustible o combustible que consumen equipos o medios que están envueltos; o (2) determinar los aspectos del combustible y conservación de energía que existen con respecto a las acciones siguientes. Estos aspectos incluyen los compromisos irreversibles e irrecuperables de los recursos que son el resultado de la acción, las implicaciones a corto y largo plazo, y la identificación de áreas para la conservación potencial y mitigación de desechos innecesarios.

Como previamente se discutió, el análisis debe incluir los aspectos de eficacia, disponibilidad, el costo de combustible y medios de apoyo (transporte, distribución, almacenamiento, etc.), y cambios proyectados en estos valores que podrían ocurrir en el futuro. También deben considerarse efectos secundarios, ej., los efectos medioambientales debido a la producción de combustible (minando, refinando, etc.) e impactos la calidad del aire y agua por efecto de combustión y medidas de control de contaminación.

#### **Condiciones especiales.**

Si la actividad resulta en la demanda adicional significativa o residuos de combustibles bajos en reservas, se puede anticipar la controversia pública. Los suministros de gas natural, presentemente limitados o indisponibles en algunas áreas, deben ser considerados con énfasis especial. El consumo eléctrico, en la mayoría de los casos, influye directamente en los recursos combustibles, sus efectos deben ser incluidos en el análisis.

#### **Limitaciones geográficas y temporales.**

La preocupación hacia recursos combustibles se incrementa en el verano (cuando la carga de aire acondicionado es alta) y en invierno (cuando la carga calorífica es alta). Por lo tanto los proyectos de climas fríos se esperarían que tengan la mayor preocupación para combustibles caloríficos, mientras las instalaciones de climas cálidos tendrían una mayor relación con las necesidades de enfriamiento para el verano, aunque las pueden haber acepciones a este lineamiento general debido a demandas locales o efectos geográficos o climáticos. La proximidad a los suministros naturales también puede jugar un papel importante en la selección del combustible, ya que el transporte puede afectar la disponibilidad y la conveniencia económica de ciertos combustibles.

#### **Mitigación de impactos.**

La mitigación de impactos directamente e indirectamente se atribuye a los recursos de combustible en dos categorías. El primero pertenece a la mitigación por selección de combustible alterna y esta basado en un numero de variables complejas como: disponibilidad, costo, efectos en el medio ambiente y requerimientos de control de la contaminación, para nombrar unos. Otros factores a ser considerados en la selección son los efectos a corto y largo plazo de una opción particular y el compromiso irreversible e irrecuperable de los recursos asociados a la selección.

La segunda categoría de mitigación está asociada a la conservación de recursos combustibles, sin tomar en cuenta el tipo o tipos de combustible que se consumen. Este tipo de medidas pueden aplicarse a construcciones nuevas en forma de aislantes adicionales y diseñados para incorporar conservación de energía relacionadas al color, orientación, forma, luminosidad etc. La conservación de energía puede aplicarse a los medios existentes en forma de aislamiento adicional y programas que reduzcan cargas de calentamiento, enfriamiento y otros consumos de servicios. Igualmente, en la operación y mantenimiento de equipo, pueden tomarse pasos para llevar más allá la reducción del consumo de combustible, aumentando la eficacia a través del mantenimiento apropiado de equipo, reducción de los requisitos de transporte, y reemplazo de equipo viejo por equipo más nuevo y más eficiente.

### **Efectos secundarios.**

La conversión de combustibles fósiles y nucleares en energía útil pueden llevar a efectos secundarios en el ambiente biofísico y socio-económico. Las emisiones aéreas ocurren durante la extracción, procesamiento y procesos de combustión. La calidad del agua puede ser afectada por derrames, desagüe de ácido de minas, y las descargas termales. Los impactos de uso de suelo incluyen pérdida de hábitat, perturbación de la tierra, erosión, y el deterioro estético. Problemas de desechos sólidos resultantes de las actividades de minería y de producción incluyen escurrimientos, desechos radioactivos, etc.

## **NO COMBUSTIBLES**

### **Definición del atributo.**

Este atributo considera los recursos no combustibles que son utilizados en sus formas transformada y natural en productos y materiales en el desarrollo del ambiente humano. Varios productos no combustibles son manufacturados a partir de recursos combustibles y son incluidos en esta definición. Los ejemplos específicos incluyen madera y productos de madera, metales, plásticos y minerales no metálicos y materiales.

### **Actividades que afectan el atributo.**

Pocas son las actividades que no dependen de recursos naturales de alguna manera. Cualquier actividad que consume materiales y suministros, requiere de equipo y maquinaria, y utiliza tierra, o produce desechos que pueden tener un efecto en los recursos naturales. Varios materiales – leña, agregados, cemento, acero, asfalto, etc.- son utilizados para actividades de la construcción y reparación. La operación de instalaciones depende en equipo que es manufacturado el cual requiere de partes y componentes metálicos y no metálicos. El uso de suelo puede negar el acceso a minerales u otros recursos. La disposición de un poco de residuos, puede resultar en la pérdida de valiosos recursos que podrían reciclarse, reclamados, o rehusados.

### **Fuente de efectos.**

Para poder desarrollar y mantener nuestro estilo de vida actual, muchos de los recursos no renovables están siendo consumidos a tasas que implican su depleción en algunas décadas; en algunos casos, sólo unos años. Además, algunos de estos materiales de disponibilidad escasa se encuentran controlados por potencias extranjeras, lo cual resulta en complicaciones aún más graves, y la dependencia y estrategia se vuelven importantes.

### **Variables a ser medidas.**

Para el procedimiento de la valoración del impacto se debe hacer un estudio el cual (1) identifique las actividades o puntos de consumo de recursos naturales, (2) indique la tasa de consumo, y (3) revele las cantidades y volumen de basura que son resultado de esas actividades.

### **Formas de medición de variables**

Pueden hacerse determinaciones cualitativas que relacionan actividades específicas y consumo del recurso en base al conocimiento de primera mano de las actividades y un conocimiento general de los recursos y su manejo. Una vez que estas relaciones han sido identificadas, la información puede utilizarse repetidamente, ya que permanecerá válida hasta que ocurran cambios en la actividad.

Las proporciones de consumo son más difíciles de cuantificar y la especialización técnica puede ser requerida. Dependiendo del tipo de actividad y el tipo de recurso, las tasas pueden ser reportadas de varias formas como libras por año o toneladas por día. Basado en los datos de adquisiciones y otros archivos, se pueden construir modelos del entrada-salida los cuales denotan el efecto total de la utilización del recurso.

El contenido y cantidad de los residuos producidos resultantes de cierta actividad pueden ser determinados del trabajo de campo durante el cual el las muestras de residuos actuales son clasificados y analizados, o pueden ser estimados en base a el mismo modelo de entrada-salida discutido anteriormente o por procedimientos simples. (ej., factores de emisión.).

### **Evaluación e interpretación de datos.**

Después de la determinación de los puntos de consumo del recurso, cantidades involucradas y los productos de residuos, puede hacerse una evaluación del impacto total considerando cada uno de los recursos que son consumidos en base, a su estatus individual-,abundancia, importancia, disponibilidad, economía, origen, energía para producirlo, potencial de reciclaje, etc. La ideología del ciclo de vida debe ser incorporado, es decir, ver a la actividad con respecto a los requerimientos de recursos para la vida de un proyecto de su origen a su finalización, operación y su disposición eventual.

### **Condiciones especiales.**

Condiciones especiales pueden surgir debido a la disposición del recurso y precio que pueden afectar mercados de los recursos naturales. La escasez natural existe para muchos recursos y estas disponibilidades pueden ser sacrificadas aún más por embargos u otras interrupciones del suministro (ej., huelgas). Aunque los precios realmente pueden ayudar en asignación del recurso en una situación de suministro y demanda de mercado libre, los esfuerzos para aumentar artificialmente los precios a través carteles, precios, u otras acciones pueden poner a los recursos específicos, de vez en cuando, en una posición de importancia aumentada.

### **Limitaciones geográficas y temporales.**

Las consideraciones geográficas específicas incluyen el origen de los recursos específicos y las implicaciones estratégicas asociadas con el control del recurso. También, el transporte consume recursos combustibles y debe ser considerado en la elección de alternativas (ej.,

especificación de un tipo particular de madera o productos de construcción que son localmente indisponibles). Los aspectos estacionales afectan a algunos recursos (vegetación, minando, etc.), pero la mayoría de las limitaciones temporales en recursos se producen artificialmente.

#### **Mitigación de impacto.**

Los impactos adversos en los recursos naturales y consumo del recurso pueden ser minimizados economizando en los requisitos para el recurso, desarrollo y uso de sustitutos y reciclando de materiales. Estas mitigaciones son consideradas como formas de conservación que resulta en el uso de materia menos cruda por unidad de salida. Los programas específicos pueden incluir reciclado de neumáticos, vidrio, papel, metales, residuos de petróleo, restos de la construcción y de la demolición y residuos sólidos generales. Estas áreas no sólo proveen potencial para la conservación de materiales, pero algunos pueden usarse para la conservación de energía, lo cual también produce la conservación de combustible.

#### **Efectos secundarios.**

Además del consumo de energía, otros efectos medioambientales pueden relacionarse al consumo de recursos. Las actividades asociadas con la extracción, transporte y procesamiento de materiales para producir los productos terminados, pueden impactar en el aire, agua, suelo y ecología. Otros factores sociales y económicos también pueden verse afectados.

## ESTÉTICOS

#### **Definición del atributo.**

El atributo estético puede utilizarse para describir impactos en el ambiente que se perciben a través de los sentidos- vista, gusto, olfato, oído y tacto. Aunque es tratado parcialmente en otros atributos (Ej., olores en el aire y la categoría entera de ruido), los niveles de tolerancia basados en el criterio estético, es a menudo algo diferente, además de que las percepciones estéticas generalmente requieren de la consideración simultánea de todos los sentidos. La percepción visual es quizás la más familiar de las áreas, y la discusión resultante tendrá énfasis en estética visual, y en el paisaje modificado ya sea por el humano o naturalmente.

#### **Actividades que afectan el atributo.**

En general, cualquier actividad que altere la calidad o características disgustables del ambiente percibido puede ser considerado como teniendo un efecto en la estética. La percepción visual puede ser alterada por actividades que involucran construcción, silvicultura y manejo de zonas recreativas, transporte, recurso de agua y uso planeando de suelo y otras actividades que involucren la modificación del paisaje y de la vista escénica. Otras percepciones estéticas (oír, oler, etc.) puede ser afectadas por actividades industriales, quema, operación de aviones, descargas de residuos y varias instalaciones operación y actividades de mantenimiento.

#### **Fuente de efectos.**

Las actividades que afectan la estética, se hacen creando cambios en las características estéticas del ambiente como son percibidos por individuos (los ejemplos y características incluyen color, textura, descascare, armonía, etc.). Estas percepciones se explican de forma total en la siguiente sección.

#### **Variables a ser medidas.**

Las percepciones y valores individuales para definir la belleza hacen difícil de cuantificar, a los impactos estéticos. La percepción de fealdad, sin embargo, es más fácil de homogeneizar. En la mayoría de los casos, el criterio estético puede ser formulado por personas que han tenido experiencia en diseño y han adquirido sensibilidad a las características naturales del escenario y estructuras que las hacen agradables o desagradables a los sentidos humanos. Las técnicas de medición para identificar y describir los impactos estéticos son básicamente de dos tipos:

**Subjetivas:** Los procedimientos de los análisis cualitativos basados en el mejor conocimiento de las características diseño del proyectista.

**Objetivas:** Los procedimientos de análisis cuantitativo basados en umbrales establecidos. La esencia de esta metodología incluye estándares de diseño, controles arquitectónicos, ordenamiento de señales y criterios de paisaje. Como ejemplo, la estética natural del paisaje puede ser analizada usando las siguientes variables (Litton, 1971, Bagley, 1973):

a. Carácter del paisaje en términos del escenario del paisaje

- Definición del límite: físico, vegetativo, topográfico, etc.
- Forma general y patrón del terreno.
- Patrón vegetativo.
- Rasgos: colinas, valles, acantilados, promontorios.
- Interfaces de la tierra y agua: condiciones y calidad.
- Patrones de tiempo.
- Interfaces culturales: objetos artificiales, instalaciones de transporte, estructuras, etc.,
- Rasgos acústicos naturales y antropogénicos: absorción de sonido, agua vertiente, pájaros.

b. Macro componentes

- Unidad: la cohesión de las partes en una sola unidad armónica, descrita por la presencia o ausencia de un solo factor dominante y elementos subordinados complementarios, contribuyentes a una composición total agradable.

- Variedad: la diversidad sin confusión, más de un elemento que contribuya a la riqueza, la oportunidad máxima para el estímulo visual.
  - Vitalidad: calidad que proporciona la distinción - impresión visual afilada.
- c. Micro elementos descriptivos
- Textura: Identificando la calidad o disposición de la vista (ej., piedras, árboles, el césped, modelos de la cosecha cultivado, etc.), suave, afilado, fluyendo, áspero.
  - Color: puede describirse en términos de color, luminosidad y saturación.
  - Contraste: la diversidad de partes adyacentes en color, forma, textura.
  - Uniformidad: similitud entre los rasgos.
  - Escala: la proporción de un objeto comparado con otro, particularmente importante al considerar paisajes modificados.
- d. Calidades cambiantes
- Distancia: proximidad a los componentes en la vista.
  - Posición del observador: las calidades estéticas de un área pueden variar con la ubicación del espectador.
  - Velocidad de observación: duración de la observación del espectador
  - Tiempo: cambios estacionales y diurnos.
  - Estado mental del observador: expectativas, valores, humor.
  - Formas de medición de variables; evaluación e interpretación de datos.

Debido a la naturaleza de la estética y la percepción humana, los rasgos significantes son a menudo difíciles de cuantificar. Sin embargo, se ha desarrollado muchos métodos en un esfuerzo para establecer estándares de comparación, como para llegar a una base para determinar qué tipo de paisaje (para la mayoría de las personas) es más deseable que otro. Estos métodos toman dos formas generales:

1. Un peso relativo de cada uno de los varios recursos intrínsecos y extrínsecos como componentes individuales y como una composición que refleje la presencia y relación de los elementos descriptivos listados anteriormente. Estos procedimientos intentan cuantificar las relaciones visuales, poner un valor en los recursos estéticos y describir las implicaciones de los cambios en el paisaje en términos de calidad escénica, como han sido clasificados con otros cambios ambientales.

2. Las metodologías no-numéricas tienden a poner énfasis en la valuación de los atributos visuales de acuerdo a los mismos elementos como el esquema numérico, pero evalúa los elementos estéticos en términos de un análisis comparativo basado en unos criterios establecidos. Ellos no asignan peso numérico pero pueden, en algunos casos, asignar una posición en valor negativo. Además, la mayoría de los estudios puede categorizarse como:

- a) Las metodologías visuales: Los componentes visuales del ambiente son inventariados y son evaluados por el personal de planeación, encargados de toma de decisiones, o consultores.
- b) Las metodologías de análisis por usuario: Diseñados para averiguar cómo se siente el público general sobre varios impactos estéticos y potenciales. Usados para entrada de la valoración anterior.

#### **Condiciones especiales.**

Ya que el valor, importancia, o expresión de belleza es relativo a la variable de percepción, es importante notar que las siguientes condiciones afectan significativamente en el grado de impacto estético:

El estado mental de los observados: los factores de percepción actual del escenario y estilo de vida medioambiental, acopladas con experiencias pasadas y expectativas futuras, puede producir impresiones variantes de calidad estética.

El trasfondo del observador: el fondo cultural, económico y social puede determinar la calidad estética percibidas.

Contexto de la observación: El escenario de una observación puede influenciar en su aceptabilidad, ej., es una estructura por otra parte aceptable, pero fuera de lugar?

#### **Mitigación de impacto.**

Los impactos estéticos son frecuentemente polémicos. Mientras generalmente se está de acuerdo que a todos le gustaría disfrutar aire limpio, aguas cristalinas, vistas escénicas, y serenidad en su vida diaria, esto no siempre es posible. Sin embargo, pueden minimizarse muchos impactos estéticos adversos una vez que se proporciona un inventario estético a proyectistas y diseñadores, para que los rasgos deseables asociados a un proyecto pudieran ser mantenidos y habilitados o incorporados en el proyecto, y los rasgos indeseables del proyecto re diseñados o eliminados.

#### **Efectos secundarios.**

Las calidades estéticas pueden asociarse estrechamente las características de uso de suelo, una asociación que lleva a impactos secundarios potenciales en casi cualquier otro atributo biofísico o socio-económico. Los impactos estéticos no sólo reflejan las necesidades psicológicas, pero frecuentemente pueden relacionarse con los precios del suelo, seguridad económica y necesidades de la comunidad.