MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPÍTULO I

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

I.1. Datos generales del proyecto.

Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría).

I.1.1 Nombre del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del **"PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA**, **CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA"**.

Estudio de riesgo y su modalidad.

Considerando que el proyecto motivo del presente estudio se refiere a los trabajos a realizar de rehabilitación, sustitución y ampliación de la PTAR existen, así como la instalación de un sistema de cogeneración e instalación de un emisor con descarga subacuática en la comunidad de Tijuana municipio de Tijuana; este está considerado como una actividad altamente riesgosa, ya que su dentro de su proceso de cogeneración se generara Gas Metano el cual está dentro del segundo listado de actividades altamente riesgosas y que sobre pasa los límites establecidos en dicho listado.

Dicho Esto El Presente Escrito Se Enfocara Y Abarcará **Únicamente** Lo Relacionado A La Rehabilitación, Sustitución Y Ampliación De La PTAR Existen E Instalación Del Emisor Con Descarga Subacuática. **Dejando El Sistema De Cogeneración Que Será Retomado En El Estudio De Riesgo Que Se Anexara Al Presente Escrito**.

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto tiene como punto de trabajo los límites de la ciudad Tijuana, en el municipio de Tijuana, en específico donde se realizarán los trabajos civiles de rehabilitación, sustitución y ampliación de la PTAR existen e instalación de un emisor con descarga subacuática (anexo2, anexo 3 y anexo 5).

COORDENADAS UTM

PTAR

X	Y
489414.25	3592662.32
489424.74	3592671.36
489434.32	3592675.66
489455.35	3592675.22
489471.35	3592673.16
489481.62	3592669.67
489490.59	3592663.07
489495.67	3592656.02
489501.16	3592648.00
489507.80	3592642.29
489516.82	3592639.05
489527.28	3592637.76
489535.77	3592639.67
489542.62	3592643.62
489550.76	3592653.01
489556.56	3592667.50
489560.84	3592676.03
489567.78	3592691.05
489569.28	3592700.46
489568.92	3592714.19
489567.23	3592742.44
489570.32	3592767.17
489574.87	3592780.20
489579.74	3592788.53
489586.32	3592794.40
489594.42	3592798.56
489603.15	3592797.78
489610.24	3592792.05
489613.72	3592784.50

X	Y
489437.16	3592891.52
489430.39	3592887.93
489423.47	3592882.85
489415.89	3592877.87
489408.01	3592873.67
489399.22	3592872.91
489382.85	3592879.94
489368.13	3592887.81
489365.04	3592887.82
489356.60	3592887.23
489336.79	3592880.18
489325.76	3592873.12
489319.23	3592863.26
489311.48	3592849.76
489303.14	3592844.53
489294.16	3592844.54
489285.24	3592851.29
489277.03	3592859.07
489269.05	3592865.02
489261.64	3592866.35
489246.96	3592864.21
489230.41	3592860.26
489211.69	3592860.51
489195.48	3592861.56
489186.71	3592862.76
489175.36	3592859.15
489169.05	3592856.93
489162.71	3592853.25
489158.22	3592849.08

X	Y
489145.49	3592608.95
489147.06	3592605.85
489149.57	3592601.03
489152.10	3592597.56
489154.62	3592595.25
489157.09	3592593.88
489170.42	3592588.55
489179.25	3592582.58
489201.00	3592549.77
489228.34	3592502.39
489229.61	3592488.01
489230.77	3592469.70
489225.44	3592430.93
489210.64	3592382.54
489209.47	3592372.67
489209.48	3592347.33
489209.48	3592337.12
489211.66	3592305.82
489212.99	3592290.91
489218.14	3592218.82
489218.38	3592216.23
489216.94	3592213.67
489214.24	3592210.73
489212.88	3592209.93
489211.71	3592210.52
489209.98	3592210.97
489207.91	3592210.36
489206.66	3592209.31
489206.55	3592208.09

489617.76	3592774.86
489621.90	3592764.92
489626.59	3592756.28
489632.51	3592745.08
489640.52	3592732.29
489658.70	3592691.97
489663.00	3592689.93
489665.14	3592689.00
489668.15	3592689.59
489670.93	3592691.14
489674.20	3592694.67
489676.63	3592698.26
489678.71	3592702.74
489680.11	3592706.63
489681.01	3592712.06
489680.38	3592718.14
489679.13	3592724.49
489677.35	3592733.70
489676.58	3592737.45
489679.94	3592749.70
489691.01	3592760.23
489713.30	3592775.18
489726.55	3592798.84
489742.03	3592813.97
489763.94	3592831.02
489804.96	3592864.73
489809.39	3592873.60
489848.68	3592983.69
489861.50	3593038.06
489879.44	3593061.23
489880.75	3593063.21
489882.01	3593066.15
489882.70	3593072.02
489882.38	3593074.44
489882.00	3593076.16
489877.19	3593084.99
489868.45	3593092.27
489755.29	3593133.02
489746.14	3593132.16
489734.89	3593124.05
489727.02	3593118.11

489155.01	3592845.23
489151.91	3592839.56
489150.83	3592835.47
489151.76	3592799.66
489153.12	3592788.91
489157.21	3592775.69
489165.08	3592750.88
489171.44	3592739.34
489183.93	3592726.40
489191.79	3592710.81
489193.41	3592694.13
489192.37	3592685.37
489184.14	3592682.53
489171.19	3592683.24
489123.45	3592699.96
489108.55	3592706.96
489101.32	3592712.20
489094.82	3592716.95
489092.17	3592718.00
489089.57	3592717.74
489087.33	3592716.46
489084.25	3592714.58
489082.99	3592713.30
489082.12	3592711.23
489082.52	3592709.49
489084.11	3592707.38
489085.95	3592705.76
489089.67	3592703.94
489097.26	3592701.61
489130.64	3592688.72
489164.72	3592676.78
489170.85	3592672.16
489173.66	3592669.44
489174.91	3592668.13
489178.00	3592666.00
489185.12	3592663.60
489193.67	3592661.52
489203.00	3592661.34
489223.07	3592666.96
489236.84	3592673.08
489245.54	3592677.57

489207.66	3592205.19
489211.23	3592195.91
489212.74	3592193.96
489214.55	3592193.27
489217.25	3592194.87
489217.80	3592195.26
489218.55	3592196.26
489219.93	3592197.54
489221.04	3592197.98
489222.53	3592198.99
489223.23	3592200.06
489224.20	3592201.98
489224.93	3592203.45
489225.42	3592204.48
489225.27	3592205.83
489224.70	3592206.95
489223.96	3592208.41
489223.24	3592209.41
489222.42	3592210.69
489221.56	3592211.94
489221.35	3592214.26
489217.43	3592279.37
489216.82	3592290.80
489214.79	3592305.87
489212.62	3592336.96
489212.72	3592347.02
489213.34	3592372.96
489213.48	3592381.32
489228.33	3592430.41
489235.07	3592469.99
489246.19	3592485.00
489256.02	3592496.89
489266.39	3592518.53
489274.40	3592531.26
489282.52	3592539.26
489297.41	3592547.56
489309.98	3592548.60
489326.62	3592546.02
489343.89	3592541.13
489351.79	3592540.47
489359.71	3592541.38

489714.72	3593113.09
489708.82	3593103.47
489696.51	3593096.13
489696.68	3593089.67
489716.61	3593081.15
489675.35	3593018.79
489658.57	3592990.98
489653.39	3592987.82
489672.74	3592933.89
489659.74	3592924.38
489662.07	3592924.11
489662.21	3592923.46
489662.12	3592923.19
489662.19	3592923.57
489662.07	3592924.11
489659.74	3592924.38
489660.22	3592924.73
489624.13	3592910.46
489615.29	3592907.35
489606.23	3592904.81
489595.70	3592903.01
489586.56	3592902.01
489577.19	3592901.47
489544.21	3592902.42
489535.09	3592904.03
489463.30	3592898.53
489454.76	3592897.08
489446.33	3592895.42

489251.86	3592683.58
489254.30	3592687.72
489256.37	3592693.62
489257.32	3592699.17
489258.97	3592676.80
489258.60	3592675.79
489256.86	3592671.01
489245.88	3592661.66
489229.61	3592651.71
489218.85	3592645.44
489208.77	3592640.84
489189.85	3592634.00
489179.12	3592631.76
489170.97	3592630.84
489167.11	3592631.55
489164.08	3592632.86
489156.91	3592638.19
489152.91	3592641.58
489148.31	3592645.22
489144.45	3592646.60
489140.35	3592646.43
489136.01	3592644.72
489131.91	3592640.88
489131.08	3592638.65
489130.46	3592633.89
489131.68	3592629.91
489134.77	3592625.77
489138.72	3592619.46

489366.54	3592543.19
489374.50	3592547.07
489380.99	3592551.72
489385.98	3592557.90
489389.70	3592565.21

COORDENADAS UTM

EMISOR Y DESCARGA SUBACUÁTICA

X	Y
490203.45	3590684.36
490222.128	3590672.01
490231.962	3590661.4
490231.745	3590658.71
490162.511	3590604.76
490155.18	3590587.75
490158.543	3590574.37
490187.494	3590559.69
490282.797	3590539.29
490287.827	3590507.12
490234.744	3590409.04
490198.71	3590373.86
490177.003	3590365.74
490145.344	3590335.74
490142.907	3590324.19
490144.086	3590309.51
490154.538	3590284.36
490172.443	3590263.21
490173.277	3590244.56
490168.627	3590239.21
490139.735	3590248.15
490108.866	3590237.02
490080.582	3590212.83
490069.03	3590186.16
490073.228	3590169.49
490065.957	3590153.7
490059.842	3590144.83
490014.512	3590105.05
490009.387	3590104.38
490000.52	3590095.81
489991.745	3590085.95
489993.475	3590079.95
489998.963	3590078.59
489998.476	3590064.85
489996.286	3590054.38
489992.304	3590038.09
489991.46	3590020.01

X	Y
489988.655	3590013.28
489971.029	3590016.12
489936.137	3590000.64
489893.195	3589944.93
489876.715	3589940.02
489859.514	3589912.6
489659.015	3589888.29
489554.361	3589754.73

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Conforme a la especificaciones técnicas de los materiales para la construcción de la rehabilitación, sustitución y ampliación de la PTAR existen, Instalación de un nuevo emisor con descarga subacuática en la ciudad de Tijuana municipio de Tijuana, el periodo de vida útil de este será de 30 años aproximadamente dependiendo de la condiciones del crecimiento poblacional.

Dimensiones del proyecto.

El presente escrito se refiere a la rehabilitación, modernización y ampliación de la PTAR se realizara dentro de los terreno donde se encuentra ubicada actualmente la planta que es de 354,340 m^2; la instalación de un emisor con descarga subacuática nuevo para la PTAR de Tijuana constaran de 1,490 metros lineales que ira de la PTAR hacia mar; con 1,140 ml terrestres y el resto 350 ml (incluido el difusor de 150 ml) sobre el lecho marino cubriendo un área de aproximadamente 2,980 m^2. (Ver anexo 2, 3 y 5).

Figura 1.- En la presente se puede observar la ubicación de la PTAR, emisor y descarga.

I.2. Datos generales del promovente.

1 Nombre o razón social.

[redacted]

2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC).

[redacted]

3 Nombre del representante legal.

[redacted]

4 Cargo del representante legal.

[redacted]

5 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del representante legal.

No disponible

6 Clave Única de Registro de Población (CURP) del representante legal.

No disponible

7 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones.

7.1 Calle y número o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal

[redacted]

7.2. Colonia, barrió

[redacted]

7.3. Código postal

[redacted]

7.4. Entidad federativa

Baja California

7.5. Municipio o delegación

Tijuana

7.6. Teléfono(s)

[redacted]

7.7. Fax

No disponible

7.8. Correo electrónico

[redacted]

I.2.1 Datos generales del contratante.

1 Nombre o razón social.

[redacted] (anexo1)

2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC).

[redacted] (anexo 1).

3 Nombre del representante legal.

[redacted] (anexo 1).

4 Cargo del representante legal.

[redacted]

5 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del representante legal.

[redacted] (Anexo 1).

6 Clave Única de Registro de Población (CURP) del representante legal.

[redacted] (anexo 1)

7 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones.

7.1. Calle y número o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal.

[redacted]

7.2. Colonia, barrió.

[redacted]

7.3. Código postal.

[redacted]

7.4. Entidad federativa.

Puebla

7.5. Municipio o delegación.

Puebla.

7.6. Teléfono(s).

7.7 Fax.

[redacted]

7.8. Correo electrónico.

[redacted]

I.2.1.2 Datos generales del responsable del estudio

1 RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

Nombre

[redacted] (anexo 1)

CURP

[redacted]

RFC

[redacted]

2 Dirección para oír y recibir notificaciones.

Calle y número o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal.

Calle:

[redacted]

No.

[redacted]

Colonia

[redacted]

Código p[redacted]

[redacted]

Municipio

Puebla

Localidad

Puebla

Entidad Federativa

Puebla

Teléfono

[redacted]

Correo electrónico

[redacted]

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Información general del proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

La naturaleza del presente proyecto se refiere a los trabajos a realizar de rehabilitación, sustitución y ampliación de la PTAR existen y la instalación de un nuevo emisor con descarga subacuática en la localidad de Tijuana municipio de Tijuana (ver anexo 2 y 5). Por ello y con el objeto de mejorar los sistemas de saneamiento en el Estado; la Comisión Estatal De Servicios Públicos De Tijuana Se dio a la tarea de contratar los trabajos para la elaboración del proyecto ejecutivo para el mejoramiento de este sistema de saneamiento.

En la Localidad de Tijuana, Municipio de Tijuana, Baja California existe una planta de tratamiento de aguas residuales municipales con capacidad instalada de 1050 L/s en módulos de lagunas, proporciona el servicio de saneamiento a los habitantes y turistas.

Recientemente han surgido quejas ciudadanas como consecuencia de la emanación de olores desagradables en la periferia de la infraestructura, así como por el mal aspecto de la descarga del agua residual tratada al mar, específicamente en una zona de afluencia turística.

II.1.2. Justificación y objetivos.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en coordinación con el Gobierno del Estado de Baja California, a través de la Comisión Estatal De Servicios Públicos De Tijuana, suman acciones en pro de eliminar la problemática existente ocasionada por la descarga del efluente de la planta de tratamiento al mar, contribuyendo de tal forma, con la sustentabilidad del recurso.

OBJETIVO

El objetivo principal en el presente escrito es como ya se ha mencionado la realización de los trabajos de rehabilitación, sustitución y ampliación de la PTAR existen y la instalación de un nuevo emisor con descarga subacuática en la comunidad de Tijuana municipio de Tijuana.

II.1.3. Inversión requerida.

El costo de la obra es de $11,500, 250.00

II.2. Características particulares del proyecto.

II.2.1. Descripción de las obras y actividades.

Las obras y actividades que se llevarán a cabo para la construcción, son las siguientes:

a) Instalación de servicios de apoyo como:
   i) Campamentos, oficinas, etc.
   ii) Almacenes de material, maquinaria y equipo.
b) Explotación de bancos de material (si fuera el caso):
   i) Extracción.
c) Acarreo de material de banco.
d) Suministro de materiales, cemento, varilla, malla etc.
e) Transportación de agua en pipas con capacidad de 10,000 litros.
f) Suministro de combustible -gasolina y diésel para la maquinaria y equipo mediante tambos de 100 litros en vehículos especiales.
g) Trabajos de ampliación, rehabilitación y sustitución de PTAR.
h) Instalación de emisor con descarga subacuática.
i) Construcción de obras complementarias:
j) Señalamientos:
   i) Reubicación de señales: restrictivas, preventivas e informativas.
k) Acarreo de materiales sobrantes.
l) Utilización de bancos de tiro.

m) Desmantelamiento de instalaciones de apoyo al concluir la etapa de construcción.

n) Limpieza del sitio.

II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas.

Los campamentos se deberán ubicar dentro del área cercana a la zona de los trabajos (de preferencia dentro de la comunidad más cercana), para evitar que se afecte un área mayor. Dichos campamentos consistirán en:

- Una casa de campaña que servirá de oficina y para que los trabajadores duerman por las noches o para los que se queden en la noche a vigilar la maquinaria y equipo.
- Una caseta construida con lámina, madera, cartón o material de la región que sirva para guardar los materiales y equipos que no pueden estar a la intemperie.
- Áreas para almacenar las sustancias químicas, los combustibles y aceites a utilizar, y los residuos de estas sustancias, dichas áreas deberán estar impermeabilizadas para evitar infiltraciones y contaminación al suelo y subsuelo.
- Sanitarios portátiles rentados a una empresa especialista, quien será la responsable de darle mantenimiento y retirar los residuos.
- Además del material, de la maquinaria y del equipo necesario para llevar a cabo los trabajos.

El número y ubicación de estos campamentos estará en función de la cantidad de frentes de trabajo que se instale, lo cual dependerá del flujo de dinero y del tiempo en que se proyecta realizar la obra. Por esto no se puede indicar el número exacto de campamentos y las coordenadas geográficas para su ubicación; aunque por experiencia se espera se levanten cercanas a poblaciones en donde los trabajadores puedan vivir temporalmente.

II.2.3 Ubicación del proyecto.

Como ya se ha mencionado los trabajos a realizar se ubica en el municipio de Tijuana, Baja California, dentro de la comunidad de Tijuana (Anexo 2).

El municipio involucrado en el proyecto es:

Estado	Clave INEGI	Municipio	Localidad
BAJA CALIFORNIA	002	TIJUANA	Tijuana

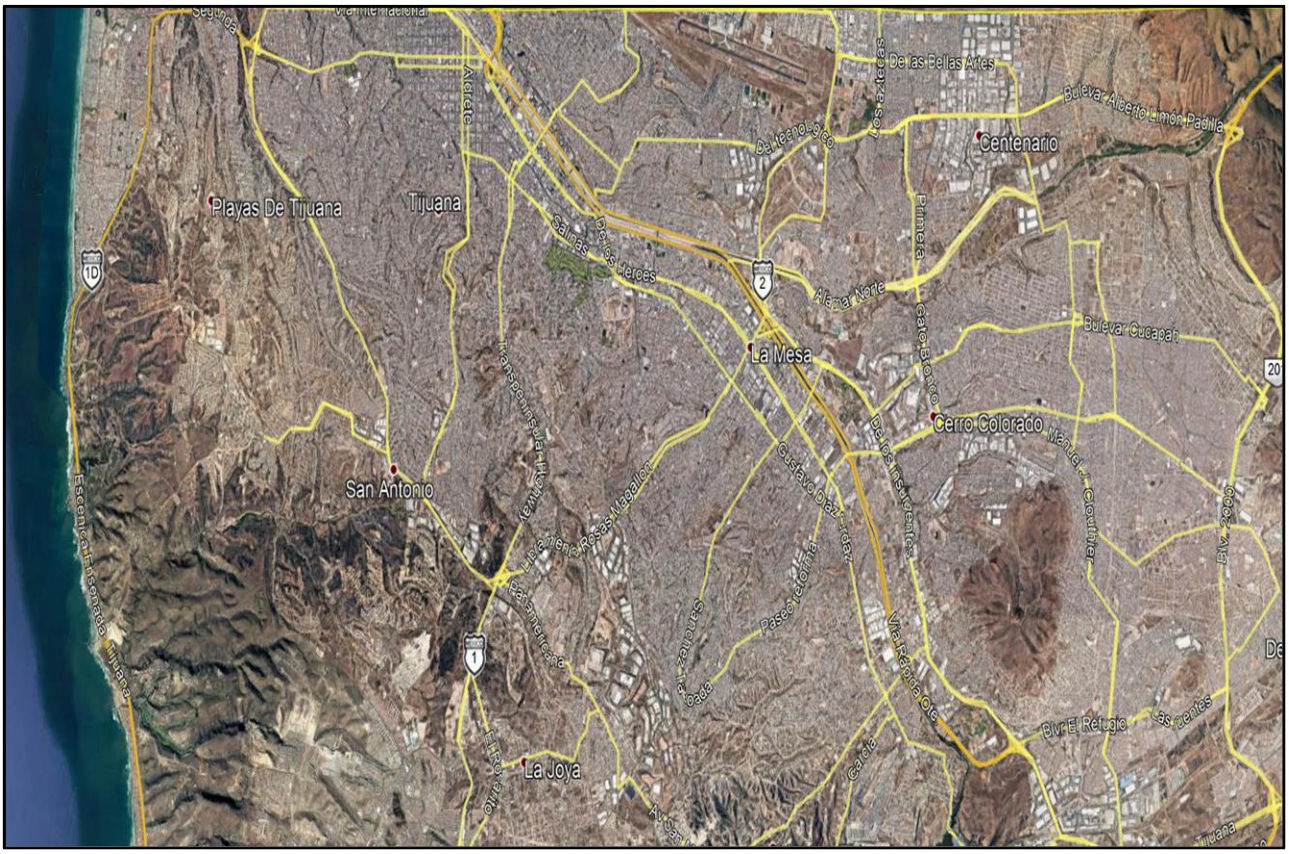


Figura 2.- localidad de Tijuana.

II.2.3.1 Superficie total requerida.

Se proyecta la rehabilitación, modernización y ampliación de la PTAR se realizara dentro de los terreno donde se encuentra ubicada actualmente la planta que es de 354,340 m^2; la instalación de un emisor con descarga subacuática nuevo para la PTAR de Tijuana constaran de 1,490 metros lineales que ira de la PTAR hacia mar;

con 1,140 ml terrestres y el resto 350 ml (incluido el difusor de 150 ml) sobre el lecho marino cubriendo un área de aproximadamente 2,980 m^2. (Ver anexo 2, 3 y 5).

II.2.3.2 Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades.

Para llegar al municipio de Tijuana y en específico a la zona del proyecto se toma la autopista interoceánica D1, que va desde la ciudad de Tijuana a Ensenada, para posteriormente tomara camino vecinal hasta la PTAR (Figura 3).

Figuras 3.- Vías de acceso a la zona de los trabajos.

II.2.3.3 Descripción de los servicios requeridos.

En la etapa de preparación del sitio y construcción e instalación serán necesarios campamentos, cuya responsabilidad en su levantamiento, acondicionamiento, mantenimiento y retiro será de la empresa constructora ganadora de la licitación de la obra. Dichos campamentos serán levantados según el número de frentes de trabajo que determinen la constructora.

II.3. Descripción de las obras y actividades.

II.3.1 Programa general de trabajo.

ACTIVIDAD	TIEMPO MESES																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17…24
despalme	→																
Trazo y Nivelación		→	→	→	→	→	→										
Excavación			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Construcción, rehabilitaciones y sustituciones PTAR				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Instalación de emisor y descarga				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Rellenos				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Limpieza	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

II.3.2 Selección del sitio o trayectorias.

Una vez realizado los estudios previos de como el del crecimiento poblacional tanto fija como turística (por ser una zona de este tipo de atractivo) a mediano y largo plazo, se realizaron varias alternativas de selección del sitio de proyecto que son:

II.3.2.1 Estudios de campo.

Dentro de los estudios de campo realizados están:

- Topografía (ver anexo 4)
- Aforos de calidad de agua (ver anexo 4)
- Levantamiento de estructuras (ver anexo 4)
- Batimetría (ver anexo 4)

- Revisión *in situ* del lecho marino; para el emisor con descarga subacuática se verificaron las condiciones ambientales (ver anexo 8).
- Estudio Hidrológico marino (ver anexo 7)

ESTUDIOS PREVIOS

En los siguientes párrafos se describen cada uno de los procesos desglosando cada unidad operativa, evaluando sus características hidráulicas y funcionales: tiempos de retención, cargas hidráulicas, volumétricas y másicas, eficiencias de remoción, requerimientos de oxigenación, bombeo y mezclado, funcionamiento hidráulico y biológico, concentraciones de entrada y salida, producción de lodos y sus características, entre otros.

MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR DE PTAR

INGENIERÍA CONCEPTUAL DE LAS ZANJAS DE OXIDACIÓN

Descripción de los procesos unitarios del tren de tratamiento de agua

Pretratamiento

La principal función del pretratamiento es la remoción de sólidos gruesos y medianos (mediante el cribado) y la separación de arenas y material abrasivo para protección de bombas y de equipos en etapas posteriores de tratamiento. En esta propuesta el cribado se llevaría a cabo primero en rejillas de limpieza mecánica con claro libre de 25 mm, enseguida un cribado más cerrado con claro entre mallas de 6 mm.

Es importante tener en cuenta que en esta etapa no es significativa en la remoción de contaminantes orgánicos, reiterando que su objetivo es para protección de las etapas posteriores de tratamiento.

Tratamiento primario (Clarificación primaria convencional)

Se pretende eliminar sólidos sedimentables en clarificadores primarios de planta circular. Como una parte significativa de los sólidos es materia orgánica, existiría remoción (con diferente grado de alcance) de demanda bioquímica de oxígeno y nutrientes (Nitrógeno y Fósforo).

Esta operación unitaria se utiliza para remover partículas en suspensión más pesadas que el agua. En esta unidad se efectúa la sedimentación de tipo floculante, la cual se caracteriza porque durante su descenso las partículas se adhieren entre sí, modificando su tamaño, forma y densidad, la eficiencia del proceso es función de la carga hidráulica superficial (CHS) y del tiempo de retención (THR) que, para una cierta CHS, es función lineal de la profundidad del tanque. En la sedimentación primaria se remueven los sólidos sedimentables presentes en las aguas residuales, disminuyendo así la carga de contaminantes en procesos posteriores. Esta unidad se localiza aguas arriba del proceso de tratamiento secundario.

La sedimentación es en tanques de planta circular con alimentación central de agua que pasó por el pretratamiento. La altura hidráulica en la pared lateral (SWD) sería de 3.5 metros. El tanque está provisto de rastras mecánicas para concentrar los lodos en una tolva. El fondo del tanque con pendiente hacia la tolva del 8.3%, las rastras mecánicas pretenden recolectar del material flotante.

El material flotante de los sedimentadores puede causar problemas de olor, los lodos y natas primarias serán enviados a digestión, para así evitar problemas de olores, de salud pública y de degradación ambiental.

La eficiencia de remoción en los sedimentadores primarios puede variar de 50 a 65 % para sólidos suspendidos y de 20 a 35 % para DBO total.

Zanjas de Oxidación

Se trata de un tratamiento biológico de lodos activados, comúnmente operado con un proceso de aireación extendida. La unidad consiste de un canal en forma de

circuito cerrado. Los aireadores crean una mezcla y provoca la circulación del agua en la zanja, así como una transferencia de oxígeno suficiente.

La mezcla en el canal es uniforme, pero pueden existir zonas de baja concentración de oxígeno disuelto, en este proceso puede ocurrir un alto grado de nitrificación, sin ninguna modificación del sistema en especial debido a los largos tiempos de retención de sólidos. El efluente de las zanjas de oxidación alimenta a los sedimentadores secundarios.

Las remociones más altas en este proceso se alcanzan en verano, llegando hasta 94 % de remoción de SST y DBO, mientras que en invierno se alcanzan remociones del 92 % de DBO y 93 % de SST. En la siguiente tabla se muestran los principales criterios de diseño.

Parámetros de diseño del reactor de lodos activados.

Parámetro de diseño	Unidades	Valor
Carga de DBO	Kg/(1000 m^3 volumen de aireación por día)	187
Edad de lodos	días	22
Profundidad del canal	m	1.5
Concentración de SSLM	mg/L	3,500
Tiempo de retención de sólidos	días	22
Tiempo de retención hidráulica	horas	20
Recirculación máxima	%	100

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, CONAGUA, 2015.

Sedimentación secundaria

Después del tratamiento biológico se contempla una clarificación secundaria, estos sedimentadores se proponen de forma circular. La estructura de entrada al

sedimentador secundario se diseña para velocidades de flujo menores a 0.6 m/s, para minimizar la rotura del flóculo biológico.

A continuación se presenta un resumen de los criterios de diseño empleados para el dimensionamiento de los sedimentadores secundarios.

Parámetros de diseño de los sedimentadores secundarios.

Parámetro de diseño	Unidades	Valor
Tipo	-	Circular
Carga hidráulica (Q med)	m^3/m^2-d	19.7
Carga hidráulica (Q max)	m^3/m^2-d	33.6
Carga de sólidos(Q med)	kg/m^2-h	4.3
Carga de sólidos (Q max)	kg/m^2-h	6.0
Tiempo de retención (Q med)	h	3.1
Profundidad de pared lateral	m	4.5

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, CONAGUA, 2015.

Descripción de los procesos unitarios del tren de tratamiento de lodos

Los lodos residuales son el subproducto del tratamiento de las aguas residuales, se generan de la recolección del agua residual. El contenido del lodo y la cantidad de contaminantes no depende únicamente del origen y características del agua, también depende del tipo de tratamiento empleado, la época del año, la operación del proceso de tratamiento y otros factores más.

Los lodos primarios son producto de un proceso de tipo físico conocido como sedimentación previo al tratamiento biológico, en donde se remueven los sólidos por medio de un clarificador primario. El lodo primario típicamente contiene más de 100 diferentes especies de bacterias anaerobias y facultativas. Bacterias reductoras y oxidantes del sulfato, huevos de gusanos y moscas, y microorganismos patógenos

típicamente están presentes, lo que los hace sumamente nocivos para la salud, por lo cual requieren un tratamiento posterior.

Los lodos secundarios son la materia excedente del tratamiento biológico, son producidos en procesos de tratamiento secundario aerobios y anaerobios. En los procesos anteriores, la población bacteriana presente en el agua residual consume la materia orgánica disuelta, que utilizan como alimento para sobrevivir en ese ambiente; entre los procesos con tratamiento secundario se pueden mencionar los de lodos activados y filtros percoladores, posteriormente a este proceso se utilizan sedimentadores secundarios donde se separan los lodos secundarios del agua, una parte del lodo se recircula para mantener el inoculo y el lodo excedente se envía al tren de tratamiento para su disposición final.

Los lodos que se general del tratamiento de agua tienen un alto contenido de agua que hace su volumen muy grande y cauda dificultades en su manejo. Es por esto que el primer objetivo en el tratamiento de los lodos es reducir su volumen. Para remover el agua intersticial (alrededor de 70 % del volumen del lodo) es suficiente la gravedad y el proceso que permite remover la se denomina espesamiento.

Después del espesado, el lodo será almacenado en un Tanque de Lodo Espesado de donde será bombeado a los Digestores Anaerobios.

Se mencionó previamente el por qué se optó por seleccionar la digestión anaerobia de alta tasa para la estabilización de los lodos. El objetivo de la estabilización es disminuir la cantidad de materia orgánica biodegradable evitando así la emisión de olores por putrefacción durante su manejo y disposición. Se logran reducciones de Sólidos Suspendidos Volátiles de entre el 40 – 50 %.

El agua recuperada de los procesos de espesado y desaguado de lodos será almacenada en el Tanque de Agua Recuperada para de ahí ser bombeada a la etapa de tratamiento primario de la PTAR.

INGENIERÍA BÁSICA DE TRATAMIENTO

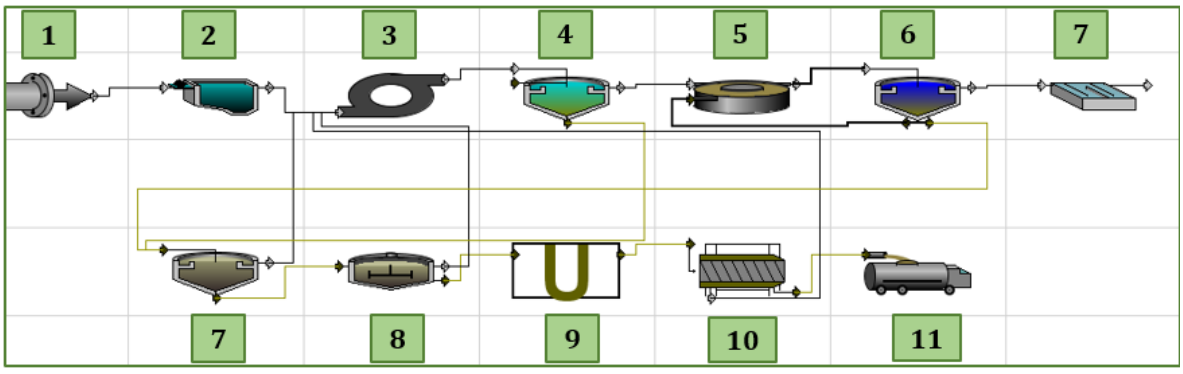
En este apartado se procede a desarrollar la Ingeniería Básica en la cual incluye el diseño funcional, diagrama de flujo, el análisis de los aspectos de las etapas, la flexibilidad operativa bajo diversos regímenes, el arreglo de las estructuras, y los requerimientos de área, incluyendo propuestas sustentables para la disposición del efluente.

Primero se hace una descripción general a desarrollar Ingeniería Básica:

Las Zanjas de Oxidación es una variante de lodos activados, comúnmente operado con un proceso de aireación extendida, sin embargo en este caso se considera con aireación tipo convencional, con la finalidad de optimizar costos de inversión, operación y mantenimiento, teniendo en cuenta en su diseño la remoción de materia orgánica y la nitrificación. Consiste de un canal en forma de circuito cerrado. Los aireadores crean una mezcla y provoca la circulación del agua en la zanja, así como una transferencia de oxígeno. La mezcla en el canal es uniforme, pero pueden existir zonas de baja concentración de oxígeno disuelto, en este proceso puede ocurrir un alto grado de nitrificación, sin ninguna modificación del sistema en especial debido a los largos tiempos de retención de sólidos. El efluente de las zanjas de oxidación alimenta a los sedimentadores secundarios.

Las CESPT tiene amplia experiencia en la operación de estos sistemas. En la siguiente figura se muestra un esquema de la configuración considerada en las Zanjas de Oxidación.

Esquema general del proceso de Zanjas de Oxidación.



Fuente: Elaboración propia.

De la anterior figura se tiene que los procesos unitarios considerados son:

Tren de tratamiento de agua:

Influente. Agua residual de Tijuana, proveniente de la estaciones de bombeo: PB1, Mirador, Laureles, Playas y Matadero.

Pretratamiento, el cual consistirá en cribado de rejillas finas, desareación horizontal.

Estación de bombeo, rehabilitando la existente, mediante el cambio de los equipos de bombeo horizontales.

Sedimentador primario

Reactor biológico de Zanjas de Oxidación

Sedimentador secundario

Desinfección por medio de gas cloro.

Tren de tratamiento de lodo:

Espesadores por gravedad

Digestor anaerobio de alta tasa

Tanque de mezcla de lodo digerido

Deshidratado mecánico

Disposición final de lodos

Tal como se mencionó líneas arriba, el tratamiento de Zanjas de Oxidación, debido a los altos tiempos de retención hidráulica, puede ocurrir un alto grado de nitrificación, esto se explica en seguida:

Nitrificación

Nitrificación es un término utilizado para describir un proceso biológico de dos etapas, en el cual el Amonio (NH_4-N) es oxidado a Nitrito (NO_2-N), y el Nitrito es oxidado a Nitrato (NO_3-N). La necesidad de la nitrificación en el tratamiento de aguas residuales desde el punto de vista de calidad del agua surge de: (1) el efecto del amonio respecto a la concentración de oxígeno disuelto y toxicidad en fauna acuática, y (2) la necesidad de remoción de nitrógeno para evitar la eutrofización.

Así como la remoción de DBO, la nitrificación se puede realizar tanto en procesos de tratamiento de biomasa suspendida como en fija. En el presente estudio se

propone que la nitrificación junto con la remoción de DBO, se lleven a cabo en el proceso de Zanjas de Oxidación (biomasa suspendida).

Bacterias autótrofas aerobias son las responsables de llevar a cabo la nitrificación, por lo principalmente estas son Nitrosomas y Nitrobacter las cuales oxidan el amonio en nitrito y nitrato.

Criterios de diseño

Los parámetros cualitativos de diseño, es decir los gastos, se establecieron con base en el análisis de proyección de población y los gastos de producción actuales de agua residual en Tijuana, mismo que fueron reforzados con una campaña de aforo en diversos puntos estratégicos. En la siguiente tabla con los gastos de diseño de la PTAR.

Gastos de diseño de la Planta de Tratamiento

Gastos de Diseño de la PTAR		
Parámetro	**Valor**	
Gasto medio	1,200.00	l/s
Gasto mínimo	600.00	l/s
Gasto máximo	2,400.00	l/s
Módulos de tratamiento	3	
Gasto medio por módulo	400.00	l/s

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros cualitativos, es decir la calidad del agua residual para diseño, se establecieron de manera consensuada con la CESPT, estos se muestran en la siguiente tabla, mismos que fueron reforzados con la campaña de muestreo y calidad del agua residual.

Parámetros de diseño de calidad del influente de la PTAR SAB.

Parámetro	Valor	
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	500.00	mg/l

Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)	400.00	mg/l
Sólidos Sedimentables (SS)	10.00	ml/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	475.00	mg/l
DBO Soluble (DBOs)	206.96	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1,000.00	mg/l
DQO Soluble (DQOs)	542.48	mg/l
Nitrógeno Total (NT)	113.00	mg/l
Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	109.73	mg/l
Fósforo Total (FT)	20.00	mg/l
Alcalinidad	375.00	mg/l
Grasas y Aceites	110.00	mg/l
Coliformes Fecales	1.00E+06	NMP/100 ml

Fuente: Elaboración propia.

Diseño funcional de los sistemas de tratamiento

El objetivo del diseño funcional es entender el manejo del flujo del agua y esquematizarlo para ello se considera el diseño hidráulico de las unidades de tratamiento.

Con la información obtenida, se elaboró el perfil hidráulico de la planta con todas las unidades y conexiones. Además se evaluaron las pérdidas de carga.

Con el arreglo general y el perfil hidráulico se procedió a determinar las dimensiones, diámetros y pendientes de las estructuras, tuberías, canales y conductos en general, para unión entre las unidades. Se consideraron los arreglos óptimos de distribución del agua.

Para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento seleccionados para la Ingeniería Básica y la selección de los equipos se recurrieron a las fuentes técnicas nacionales e internacionales reconocidas como son:

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, CONAGUA 2015.

Manual of Practice No. 8 “Design of Municipal Wasterwater Treatment Plants” WEF.

Wastewater engineering Treatment and Reuse 4th edition. Metcalf & Eddy

Así mismo, el diseño de las unidades de procesos y los procedimientos propuestos para la rehabilitación de la planta de tratamiento de San Antonio de los Buenos cumple entre otras con las siguientes normas y criterios de diseño:

NOM Normas Oficiales Mexicanas

CONAGUA Lineamientos de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento

ANSI American National Standard Institute

CFE Comisión Federal de Electricidad

CEA-Normas Técnicas para la elaboración de proyectos de agua potable

SIDUE alcantarillado sanitario, actualización 2009.

Tren de Agua

Pretratamiento

Se pretende rehabilitar y equipar los canales desarenadores que se encuentran a un costado del cárcamo de bombeo, para que funcionen como pretratamiento, el diseño funcional del pretratamiento consiste en proyectar el canal de llamada, las rejillas de cribado, la cámara de desarenación y el canal desarenador horizontal.

Canal de llamada, en el diseño del canal de llamada se tomaron las siguientes consideraciones:

Coeficiente de Rugosidad de Manning para concreto de n=0.013.

Se estableció un ancho de canal de 1.6 m.

Se calculó la sección hidráulica del canal, obteniendo los tirantes con los gastos mínimo, medio y máximo.

Finalmente el diseño del canal de llamada a gasto máximo quedó de la siguiente manera:

Sección Hidráulica del Canal de llamada.

Ancho de canal	Tirante	Bordo libre	Altura total	Pendiente	Gasto
m	m	m	m	%	m^3/s
1.6	0.79	0.81	1.6	0.002	2.4

Fuente: Elaboración propia.

La sección de los canales desarenadores se consideró igual al canal de llamada, teniendo 2 canales, uno de operación y otro de apoyo.

Rejilla de Cribado, Se consideró el diseño de las rejillas de cribado fino.

El diseño se hizo para condiciones críticas: gasto máximo de 2,400 l/s, velocidad y tirante máximos.

La pérdida de carga permisible es de 150 mm, la pérdida de carga se calculó con las siguientes ecuaciones:

$$h = \frac{v^2 - n^2}{2g} * \frac{1}{0.7} \qquad v = \frac{Q(w+s)}{A * s}$$

Donde:

v = velocidad en el paso por las rejas, m/s
n = velocidad de aproximación, m/s
w = ancho de la barra
s = espacio entre las barras
Q = Gasto, m^3/s
A = Area de la sección, m^2
g = aceleración de la gravedad =9.81 m/s^2

La rejilla de cribado se propusieron con las siguientes características, con las cuales se calculó la pérdida de carga que se encuentra en el límite permisible:

Características de las rejillas de cribado.

Característica de las Rejillas	Cribado Fino	Unidad
Ancho de la barra, w	6.4	mm
Espaciamiento entre barras, s	1/2	pulgadas
	12.7	mm
Velocidad de aproximación, n	0.5	m/s
Ángulo de reposo a la horizontal, θ	60	°
Pérdida de carga, h	131	mm

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente y con base en las características anteriores, se tienen las dimensiones finales en la siguiente tabla.

Dimensiones finales del cribado.

Característica	Cribado Fino	Unidad
Número de cribas en operación	2	
Número de cribas de apoyo	1	
Ancho de cada criba	2.4	m
Profundidad de cribas	0.8	m
Ancho de las barras	6.4	mm
Claro libre	12.7	mm
Inclinación respecto a la vertical	60	°

Fuente: Elaboración propia.

Canal Desarenador Horizontal, para su diseño se tomaron las siguientes consideraciones:

Se consideran dos canales, uno de operación y otro de apoyo, para limpieza y en caso de que se presente el gasto máximo.

El rango de velocidad de diseño es de 0.3 a 0.6 m/s, rango que no permitirá azolve ni desgaste en el canal.

Se considera el tiempo de retención hidráulica mínimo necesario de 45 segundos.

La longitud del canal desarenador se considera la misma que se tiene, no se considera una ampliación, ya que dicha longitud cumple con el tiempo de retención necesario.

Tratamiento Primario

Esta operación se utiliza para remover partículas en suspensión más pesadas que el agua. En esta unidad se efectúa la sedimentación de tipo floculante, la cual se caracteriza porque durante su descenso las partículas se adhieren entre sí, modificando su tamaño, forma y densidad, la eficiencia del proceso es función de la

carga hidráulica superficial y del tiempo de retención. El tanque está provisto de rastras mecánicas para concentrar los lodos en una tolva. El fondo del tanque con pendiente hacia la tolva del 8.3%, las rastras mecánicas pretenden recolectar del material flotante.

Para su diseño, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:
Se considera que la planta del sedimentador sea circular.
Se consideran tres módulos de tratamiento de 400 l/s.
Para flujo medio se tomó una carga hidráulica de 34 m^3/m^2 d y para flujo máximo 61.9 m^3/m^2 d.

Con base en las consideraciones anteriores las dimensiones del sedimentador primario son las siguientes:

Dimensiones finales del Sedimentador Primario.

Característica	Valor	Unidad
Área Superficial a gasto medio	1,072.1	m^2
Área Superficial a gasto máximo	1,116.6	m^2
Área Superficial seleccionada	1,072.1	m^2
Profundidad útil	3.0	m
Diámetro	38.0	m
Altura de la parte cónica	1.6	m
Altura central espejo de agua	4.6	m
Bordo libre	0.6	m
Altura total del tanque	5.2	m
Volumen total	3,553.6	m^3
Tiempo de Retención Hidráulica a gasto medio	2.34	horas
Tiempo de Retención Hidráulica a gasto máximo	1.23	horas

Fuente: Elaboración propia.

Sedimentador Secundario

La sedimentación secundaria es parte integral del proceso de tratamiento secundario, al ser la unidad en la que se separa la biomasa generada en los procesos biológicos. Los contaminantes en el efluente están principalmente en forma disuelta y coloidal y, en menor medida, en los sólidos suspendidos que escapan del proceso secundario. El adecuado diseño de la sedimentación secundaria es fundamental para lograr los objetivos de calidad del proceso.

Los sedimentadores secundarios de la PTAR San Antonio de los Buenos se diseñan de planta tipo circular. Esta configuración permitirá una operación más eficiente y una mayor concentración y separación de lodos. La extracción de los lodos se efectúa mediante sistema de rastras.

Para su diseño, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Se considera que la planta del sedimentador sea circular.

Se consideran tres módulos de tratamiento de 400 l/s.

Para flujo medio se tomó una carga hidráulica de 25 m^3/m^2 d y para flujo máximo 50 m^3/m^2 d.

Con base en las consideraciones anteriores las dimensiones del sedimentador secundario son las siguientes:

Dimensiones finales del Sedimentador Secundario.

Característica	Valor	Unidad
Área Superficial a gasto medio	1,382.4	m^2
Área Superficial a gasto máximo	1,105.9	m^2
Área Superficial seleccionada	1072.1	m^2
Profundidad útil	3.5	m
Diámetro	42.0	m
Altura de la parte cónica	1.4	m
Altura central espejo de agua	4.9	m
Bordo libre	0.6	m

Altura total del tanque	5.5	m
Volumen total	4,941.4	m^3

Fuente: Elaboración propia.

Los lodos biológicos que se concentren dentro del sedimentador secundario como producto de la remoción de materia orgánica, serán purgados desde el cárcamo de recirculación de lodos en la corriente de retorno para ser enviados a la cabeza del reactor biológico, asimismo el lodo excedente se transportará para su espesado y posterior estabilización.

En cárcamo de bombeo se considera instalar cuatro bombas con capacidad suficiente tanto para el retorno de lodos al proceso como el excedente producido enviarlo al tren de tratamiento de lodos. Las tres bombas estarán en operación mientras la otra con la misma capacidad estará en reserva. Así mismo, se contará con variadores de frecuencia que permitirán operar las bombas a consumos de potencia adecuados permitiendo un ahorro de energía, control sobre el flujo de agua bombeado y aumentar la vida útil de los equipos.

Los equipos de bombeo serán operados para un caudal total de 1,200 l/s y una carga estática de 4 MCA, para fines de recirculación de lodos y con potencia suficiente para entregar el caudal de purga de lodos al espesador por flotación con aire disuelto.

El dimensionamiento del volumen de este cárcamo de bombeo cumple con el criterio de dimensionamiento de la siguiente ecuación:

$$V_{CRAS} = \frac{Q * t}{4}$$

Donde:

V_{CRAS} = Volumen del cárcamo de recirculación

Q = Caudal máximo horario.

t = tiempo mínimo recomendado entre paro y arranque de equipos de bombeo.

Zanjas de Oxidación

Las zanjas de oxidación son una variante del proceso de lodos activados. Se basa en suministrar oxígeno por medio de aireadores, que hacen circular el agua en un canal cerrado. Esta actividad también se puede llevar a cabo por medio de difusores, que se complementa con los agitadores superficiales que le imparten velocidad horizontal al agua (licor mezclado). Una zanja de oxidación es una modificación del sistema biológico de tratamiento con lodos activados, se utiliza un tiempo extenso de retención de sólidos, para la remoción de compuestos orgánicos biodegradables. Las zanjas de oxidación funcionan como sistemas de mezcla completa. Los sistemas de tratamiento típicos tienen una configuración de anillo, óvalo o tanque en forma de herradura, dentro de los cuales se encuentra uno o múltiples canales. Los aireadores montados en forma vertical u horizontal proporcionan la circulación del agua, la transferencia de oxígeno y la aireación de las zanjas. El agua que fluye por las zanjas de oxidación es aireada y mezclada con lodo recirculado del sedimentador secundario.

Como en todo diseño de lodos activados, en las Zanjas de Oxidación se definen los parámetros Biocinéticos de metabolismo celular, los cuales permiten obtener la tasa de producción de microorganismos, su concentración en el reactor, la tasa de recirculación y la purga de lodos.

Además el sistema de tratamiento biológico, incorpora un tanque anaerobio con equipo de mezclado, ubicado previo a la entrada del reactor de lodos activados. En este tanque se mezclará el agua residual influente y la corriente de retorno de lodos. El tiempo hidráulico de retención del tanque es de 0.5 horas.

Para el diseño y dimensionamiento del reactor de lodos activados se tomó las siguientes consideraciones:

Se consideraron tres módulos de 400 l/s.

Se considera además de la remoción de materia orgánica, la nitrificación la formación de nitratos a partir de NH_4-H.

La concentración de DBO en el efluente es de 20 mg/l

La concentración de SST en el efluente es de 20 mg/l

La concentración de NH_4-H en el efluente es de 10 mg/l

La temperatura de 17.3 °C

El Tiempo de Retención de Sólidos, SRT = 4 días.

La concentración de Sólidos Suspendidos Totales en el Licos Mezclado de 4,000 mg/l.

Se tomaron en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Parámetros de diseño del reactor de lodos activados.

Parámetro de diseño	Valor	Unidades
Relación F/M	0.04 – 0.10	días^{-1}
Edad de lodos	12.5	días
Carga volumétrica	0.1 – 0.3	kg/m^3-d
Concentración de SSLM	4,000	mg/L
Tiempo de retención del reactor de lodos activados	15 - 30	horas
Fracción de SSV efluente	80	%
Recirculación máxima	100	%
Profundidad	6.0	m

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, CONAGUA, 2015.

La producción de Biomasa en el reactor se determinó con la siguiente ecuación:

$$P_{X,bio} = \frac{QY(S_0 - S)}{1 + (k_d)SRT} + \frac{(f_d)(k_d)QY(S_0 - S)SRT}{1 + (k_d)SRT} + \frac{QY_n(NO_x)}{1 + (k_{dn})SRT}$$

Donde:

Q = Gasto de diseño

Y = Coeficiente de rendimiento de biomasa en g SSV/gDQOb.

S_0 = Concentración de DQO biodegradable en el influente.

S = Concentración de DQO_b en el efluente.

k_d = Coeficiente de decaimiento endógeno

NOx = Concentración de Óxidos de Nitrógeno.

Yn =Coeficiente de rendimiento en g SSV/g NH_4-N.

k_{dn} = Coeficiente de decaimiento endógeno de organismos nitrificantes.

El valor de los diferentes parámetros biocinéticos utilizados para el diseño se muestran en la siguiente tabla:

Parámetros Biocinéticos para Zanjas de Oxidación.

Parámetro	Unidades	Valor
Relación DBO5/DBOu (f)	-	0.65
DBO asociado a materia suspendida volátil	-	1.42
Relación bDQO/DBO	-	1.6
Rendimiento de biomasa, Y	g SSV/g DBO	0.6
Rendimiento de biomansa, Yn	g SSV/g NH_4-N.	0.12
Coeficiente de decaimiento endógeno, k_d (a 20°C)	d^{-1}	0.12
Coeficiente de Arrhenius para k_d Φ	-	1.04
Coeficiente f_d	g/g	0.15
Coeficiente de decaimiento endógeno para organismos nitrificantes, k_{dn} (a 20°C)	d^{-1}	0.08
Tasa máxima de crecimiento específico, μ_m (a 20°C)	d^{-1}	6.0
Tasa máxima de crecimiento específico para nitrificación, μ_m (a 20°C)	d^{-1}	0.75
Constante de velocidad media, Ks	mg/l	20.0
Factor de aireación α	-	0.85
Factor de aireación β	-	1.00
Concentración de O_2 en el tanque, C_L	mg/l	2.0

Fuente: Metcalf & Eddy 4° Edición, 2003.

La demanda de Oxígeno se calculó con la siguiente ecuación:

$$R_0 = Q(S_o - S) - 1.42P_{X,bio} + 4.33Q(NO_X)$$

Donde:

Q = Gasto de diseño

S_0 = Concentración de DQO biodegradable en el influente.

S = Concentración de DQO_b en el efluente.

P_x = Concentración de Sólidos.

La Tasa promedio de trasferencia de Oxígeno se calculó con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{SORT = AORT}\left[\frac{\boldsymbol{C_{s,20}}}{\boldsymbol{\alpha F(\beta C_{\bar{s},T,H} - C)}}\right](\mathbf{1.024^{20-T}})$$

Donde:

AOTR = Tasa actual de transferencia de oxígeno bajo condiciones de campo (AORT, por sus singlas en inglés), kg O_2/h.

SORT = Tasa estándar de transferencia de oxígeno en agua de grifo a 20 °C y cero oxígeno disuelto, kg O_2/h.

α = Factor de aireación para nitrificación.

B = Factor de aireación.

$C_{S,T,H}$ = Concentración de oxígeno a saturación en agua limpia.

Con base en las consideraciones anteriores se tiene la siguiente tabla resumen del diseño de reactor de lodos activados tipo convencional

Tabla resumen de diseño de las Zanjas de Oxidación.

Parámetro de Diseño	Valor	Unidad
Caudal total de diseño	1,200.0	l/s
	103,680.0	m^3/día
Módulos de tratamiento	3.0	
Caudal de diseño por módulo	400.0	l/s
	34,560.0	m^3/día
Tiempo de Retención de Sólidos, STR	3.8	días
Volumen de cada tanque de aireación	11,898.8	m^3

Altura del tanque	5.0	m
Ancho del tanque	28.0	m
Largo del tanque	63.0	m
Tiempo de Retención de Hidráulica, τ	8.3	horas
Sólidos Suspendidos Totales en Licor Mezclado, MLSS	4,000.0	mg/l
Sólidos Suspendidos Volátiles en Licor Mezclado, MLVSS	3,200.0	mg/l
Relación Alimento - Microorganismo, F/M	0.4	kg/kg día
Carga de DBO	1.0	kg/m^3 d
RAS	1.0	-
DBO en el efluente	20.0	mg/l
SST en el efluente	20.0	mg/l
SSV en el efluente	16.0	mg/l
NH4-N en el efluente	10.0	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Desinfección

Respecto a la desinfección, debido a la peligrosidad que representa el manejo del gas cloro, se propone que la desinfección se lleva a cabo mediante hipoclorito de sodio. Para esto se propone la construcción de un tanque de contacto de cloro, el cual quedó diseñado de la siguiente manera:

Diseño del tanque de contacto de cloro.

Característica	Valor	Unidad
Consideraciones de diseño		
TRH a gasto medio	15	minutos
TRH a gasto máximo	15	minutos

Profundidad útil	3.0	m
Relación largo : ancho	2	
Diseño del taque de contacto de cloro		
Ancho	13.5	m
Largo	24.0	m
Altura total	3.5	m
Área superficial	364.5	m^2
Volumen total	1,093.5	m^3
TRH real	15.2	minutos
Configuración		
Número de canales	5	
Ancho del canal	2.7	m
Espesor del muro	0.15	
Número de muros	4	
Ancho total del tanque	14.1	m

Fuente: Elaboración propia.

Tren de Lodos

Los lodos provenientes del sedimentador primario y del sedimentador secundario son bombeados del cárcamo de recirculación de lodos, al tanque de mezcla de lodos, para enseguida llevarlos a la mesa de espesado de lodos. El efluente espesado, es enviado a un cárcamo de lodos de donde se bombea para ser enviados a los digestores aerobios. El digestor aerobio permitirá llevar a cabo la destrucción de sólidos suspendidos volátiles.

La disposición de los lodos es una de las acciones más problemáticas en el tratamiento tanto de aguas potables como de aguas residuales, el tratamiento de agua produce una cantidad variable de lodos dependiendo de la cantidad de las aguas crudas y del tipo de tratamiento, los lodos se producen en forma líquida o semi-líquida, según el tipo de proceso que les hayan generado, un rango típico de valores del porcentaje de materia seca es del 0.25 al 3 % de sólidos en peso.

La digestión anaerobia de lodos es utilizada ampliamente para estabilizar la materia orgánica contenida en el lodo. El cálculo del volumen del digestor se desarrolla para los criterios de carga máxima de sólidos, por edad de los lodos y por tiempo hidráulico de retención, seleccionando el volumen mayor entre los calculados. Los sólidos efluentes de la digestión son en su mayoría agua, a efecto de disminuir el volumen y costos para el transporte, y para la disposición de los lodos, se requiere aumentar su concentración mediante la separación del agua combinada con los sólidos.

Una vez que el lodo ha sido digerido es enviado al equipo de desaguado de lodos. El lodo desaguado presentará una concentración de sólidos secos del 22 % y se puede disponer como mejorador de suelo agrícola.

El agua retirada de la fase sólida en el proceso de centrifugado es enviada a un tanque de recuperación la cual posteriormente es dosificada a la caja de distribución de agua pretratada, los lodos con 22 % de sólidos se pueden manejar.

Los lodos una vez deshidratados podrán ser usados como mejorados de suelos o para su disposición en relleno sanitario previa determinación de su clasificación de residuo no peligroso a través de análisis CRETIB (denominación adjetiva CRETIB es la sigla del código de clasificación que corresponde a las características de corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico – infeccioso).

Producción de Lodos

Para la producción de lodos en el sedimentador primario se tiene el siguiente cálculo:

$$LP = \frac{Q * SST * E}{1000}$$

Donde:

Masa de Lodos Primarios, LP =	20,736.0	kg/día
Sólidos Volátiles =	13,478.4	kg SSV/día
Sólidos Fijos =	7,257.6	kg/día
Concentración de sólidos en el lodo primario =	4%	
Gravedad específica del lodo primario =	1.02	
Gravedad específica de los sólidos =	1.4	
Volumen de lodos primarios =	508.2	m^3/día
Agua en el lodo primario =	487.9	m^3/día

Respecto a la producción de lodos en el sedimentador secundario se tiene:

Sólidos Suspendidos Totales en la Purga, LS =	39,432.5	kg/día
Sólidos Suspendidos Volátiles en el LS =	31,546.0	kg/día
Concentración de sólidos en el lodo secundario =	0.8%	
Gravedad específica del lodo secundario =	1.005	
Gravedad específica de los sólidos =	1.25	
Volumen de lodos secundarios =	4,904.5	m^3/día
Agua en el lodo secundario =	4,865.3	m^3/día

Por último el lodo primario y secundario una vez mezclados tendrán las siguientes características:

Sólidos Suspendidos Totales en la Purga, LS =	18,662.4	kg/día
Sólidos Suspendidos Volátiles en el LS =	14,929.9	kg/día
Concentración de sólidos en el lodo secundario =	1.0%	
Gravedad específica del lodo secundario =	1.005	
Gravedad específica de los sólidos =	1.25	
Volumen de lodos secundarios =	1,857.0	m^3/día
Agua en el lodo secundario =	1,838.4	m^3/día

La mezcla de lodos previo a la estabilización, pasará por un espesado por gravedad.

Espesador de lodos por gravedad

Los lodos producidos poseen más del 97% de agua, por lo que ocupan volúmenes importantes, siendo por su naturaleza putrescibles. Ello hace necesario un tratamiento para modificar sus características y permitir unas condiciones tales que su evacuación y disposición final sean óptimas desde el punto de vista ambiental.

La etapa de espesamiento incluye para reducir el volumen de los fangos mediante concentración o eliminación parcial de agua, la mezcla de lodos primarios y lodos activados con contenido de sólidos del 2.5% pueden espesarse hasta un contenido del 5% de sólidos, consiguiéndose de esta manera una reducción del volumen del fango a una quinta parte del volumen inicial. Con ello se obtienen una serie de ventajas:

Reducción del volumen de los tanques posteriores al espesamiento, así como su equipamiento.

Reducción de la cantidad de calor requerida para el calentamiento de los lodos en el proceso de digestión anaerobia.

Reducción y mejora de los rendimientos de los equipos de deshidratación.

Los criterios de diseño del espesador por gravedad son las siguientes:

Criterios y características de diseño de la mesa de espesado de lodos.

Característica	Valor	Unidad
Captura de sólidos	95	%
Gravedad específica del lodo espesado	1.02	
Carga superficial de sólidos	80	Kg/m^2 día
Diámetro de cada unidad de espesado	17.0	m
Número de unidades requeridas	2	
Concentración del lodo espesado	5.0	%
Sólidos secos producidos	30,533.8	Kg/día
Volumen total de lodo espesado	598.7	m^3/día
Volumen total de agua retirado	1,737.3	m^3/día

Fuente: Elaboración propia.

Digestor anaerobio

La digestión de los lodos generados en el tratamiento de las aguas residuales de la PTAR de San Antonio de los Buenos será del tipo anaerobio posibilitando con ello el aprovechamiento del metano generado para la generación de energía eléctrica, lo que permitirá reducir de manera significativa el consumo eléctrico de la planta.

Las consideraciones hechas para el diseño del digestor son las siguientes:

Se consideraron tres módulos de tratamiento de lodos.

La cantidad de lodo residual a estabilizar es 30,533.8 kg/día, con una concentración de sólidos del 5 %, resultando un caudal de 1,109.9 m^3/día.

El tiempo de retención de 15 días.

La gravedad específica del lodo es de 1.02.

Reducción de SSV del 50 %

Coeficiente de reacción k_d es de 0.07.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el diseño del digestor anaerobio se resume en la siguiente tabla.

Resumen de diseño del digestor anaerobio.

Característica	Valor	Unidad
Lodo residual a estabilizar	30,533.8	kg/día
Módulos de tratamiento	3	
Reducción de SSV	50	%
Dimensiones		
Diámetro	16.0	m
Profundidad de la sección cónica	1.3	m
Altura de la tapa cónica	1.6	m
Altura total	17.8	m
Volumen total del digestor	3,195.1	m^3
Biogás y lodo producido		
Volumen total de metano	628.7	m^3/día

Masa de SST	17,510.7	kg/día
MASA de SSV	14,008.6	kg/día
Masa de DBO	30,603.4	kg/día
Masa de Nitrógeno	639.5	kg/día
Masa de Fósforo	329.2	kg/día

Fuente: Elaboración propia.

Con base en las anteriores consideraciones en la siguiente tabla se tiene n las características del tanque de mezcla de lodos:

Características y consideraciones de diseño del deshidratado mecánico (ZO|).

Característica	Valor	Unidad
Número de unidades a operar	2	
Ancho de banda por unidad	2.0	m
Tiempo de operación	16.0	Horas
Carga por metro de ancho de banda	225.0	Kg/h
Dosificación de polímero	5.0	Kg/ton de lodo seco
Polímero requerido	86.1	Kg/día
Consumo anual de polímero	31.428.4	Kg/año
Total de sólidos en la torta	18.0	%
Agua para lavado por unidad	2.1	m^3/día
Sólidos secos producidos	17,221.0	Kg/día
Volumen total de la torta	95.1	m^3/día
Volumen de agua retirado	495.0	m^3/día

Fuente: Elaboración propia

Desecado mecánico de Lodos

El desaguado se contempla hacer en sistemas centrífugos. La centrifugadora consiste principalmente en un tambor cilíndrico-cónico que gira sobre un eje

horizontal a gran velocidad. El fango a deshidratar se introduce en la cuba a través de la conexión de entrada por medio de la alimentación. En el interior del tambor, debido a la fuerza centrífuga producida por el giro de éste, la parte más pesada de la mezcla se deposita en el interior, donde es arrastrada a la salida de los sólidos por un tornillo helicoidal que gira a distinta velocidad que el tambor.

La parte cilíndrica del tambor está destinada a la sedimentación de las partículas sólidas, mientras que la parte cónica produce un escurrido progresivo de las mismas, hasta llegar a la salida exenta de líquido libre. El agua, al tener un peso específico distinto al de los sólidos, ocupa dentro del tambor una zona distinta, formando un anillo interior al formado por los sólidos. El líquido que sale de la centrífuga se devuelve a los decantadores primarios, y la torta de fango pasa a un pozo de recogida o a una cinta transportadora para su evacuación.

El recorrido de las fases sólidas y líquida entre el tambor y el cuerpo de tornillo se realiza en contra-corriente (la parte cilíndrica, el sólido y el líquido circulan en sentido en la parte cilíndrica).Una gran parte de arenas en el fango aumenta la velocidad de desgaste de la centrífuga. El caudal de alimentación, la profundidad del depósito del fango, la velocidad de giro de la centrífuga y otros factores determinan el estado de la torta descargada y la calidad del líquido centrifugado.

Las consideraciones y características de diseño se resumen en la siguiente tabla: Características y consideraciones de diseño del deshidratado mecánico.

Característica	Valor	Unidad
Número de unidades a operar	2	
Tiempo de operación	16.0	Horas
Dosificación de polímero	5.0	Kg/ton de lodo seco
Polímero requerido	86.1	Kg/día
Consumo anual de polímero	31.428.4	Kg/año

Total de sólidos en la torta	18.0	%
Agua para lavado por unidad	2.1	m^3/día
Sólidos secos producidos	17,221.0	Kg/día
Volumen total de la torta	95.1	m^3/día
Volumen de agua retirado	495.0	m^3/día

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de los cálculos del tren de agua y el tren de lodo se muestran en la correspondiente memoria de cálculo que forma parte de los anexos del presente informe.

Perfil Hidráulico de los Sistemas de Tratamiento

Con base en el diseño funcional realizado se procedió a efectuar el diseño del perfil hidráulico de los procesos que integran los trenes de tratamiento de la PTAR SAB, estableciendo las capacidades y dimensiones de estructuras de aforo, tanques, vertido y líneas de conducción.

Una vez llevado a cabo el sembrado de las estructuras de tratamiento, se procedió a obtener las dimensiones, diámetros y pendientes de las tuberías, canales y conductos en general que servirán de unión entre las distintas operaciones unitarias. Para llevar a cabo el dimensionamiento hidráulico del sistema de conducción se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Manejar velocidades entre 1.5 y 2.0 m/s para flujos bombeados y mayor de 0.6 m/s para tuberías de gravedad.

En estructuras de distribución se consideran vertedores rectangulares, por su practicidad en la operación y mantenimiento.

En estructuras de distribución se consideró un tiempo de retención hidráulica entre 0.6 a 15 minutos, esto permitirá homogenizar los caudales recibidos.

De manera general todos los sistemas hidráulicos obedecen a la ley de la conservación de la energía, conocida como la Ley de Bernoulli, la cual involucra las energías por presión, cinética, potencial, pérdidas de energía por transporte, y energía aplicada o extraída al sistema por medios mecánicos.

Las Pérdidas de carga por transporte se determinaron por la velocidad, el diámetro y la longitud de la trayectoria que se recorre, así como los accesorios que se incluyan en esta. Las pérdidas de carga se calcularon, tal como se recomienda en el MAPAS 2015, con la ecuación de Darcy-Weisbach (1856):

$$h_f = f\frac{Lv^2}{D2g}$$

Donde:

h_f = Pérdidas de carga por fricción, m.

L = Longitud de la tubería, m

D = Diámetro de la tubería, m

g = Aceleración de la gravedad, m/s^2

f = Factor de fricción, adimensional, el cual se calculó con la ecuación de Swamee - Jain (1976):

$$f = \frac{0.25}{\left[log\left(\frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right]^2}$$

Donde:

ε = Rugosidad absoluta de la pared interior del tubo, 0.05 mm, para tubería de acero.

Re = Número de Reynolds, el cual se debe encontrar entre 5,000 y 10^6 para que la ecuación anterior sea válida.

Las pérdidas de carga locales o por accesorios, tales como válvulas, codos, tees, insersiones, se utilizó la ecuación:

$$h_l = k\frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h_l = Pérdidas de carga locales o por accesorios, m.

k = Coeficiente para el cálculo de pérdidas locales, adimensional.

Respecto a los gastos, el gasto medio es de 1,200 l/s, y el máximo de 2,400 l/s.

Con base en las anteriores consideraciones y definido el flujo del agua residual dentro de la planta, se procedió a dimensionar los conductos hidráulicos. Se consideraron los arreglos óptimos de distribución del agua entre las unidades para evitar zonas muertas. De igual manera, se consideró la implementación de tuberías de derivación o cajas distribuidoras para poder continuar con el tren de proceso sin necesidad de parar toda la planta, en caso de que se requiera dar mantenimiento preventivo o correctivo a cualquiera de los componentes del tren de tratamiento. El diseño hidráulico comprende los siguientes elementos:

- Perfil Hidráulico
- Estructuras de Alimentación, Interconexión y Descarga
- Sistemas de Medición

Medición de Parámetros de Control

Con base a los diversos flujos que se manejaran en los diferentes puntos de la planta de tratamiento se construyó la matriz de diámetros de tuberías y las correspondientes velocidades a las que estas operarán. En el caso donde para flujos similares se manejaron diámetros de tubería diferentes, se presentan ambos valores. La columna del diámetro calculado para el caso de fluido bombeado, se presenta únicamente como referencia, toda vez que para todo el proceso en el interior de la planta de tratamiento se consideran conducciones a gravedad y con baja velocidad con el objeto de evitar alteraciones en el funcionamiento.

El cárcamo de bombeo existente (a rehabilitar), presenta un diseño de planta rectangular y adyacente a este se alojan equipos de bombeo del tipo centrífugo horizontal, los cuales impulsaran el agua cruda al tratamiento. Se tiene planteado la

sustitución de estos equipos de bombeo así como la línea de impulsión que llevará el agua residual a las nuevas instalaciones de tratamiento.

El perfil hidráulico y las dimensiones de cada una de las estructuras se presentan a continuación y en los planos de proyecto respectivos. De acuerdo al arreglo funcional (ver plano “Arreglo General de Unidades”), los componentes de distribución, entrada, salida y recolección del agua se clasifican en los siguientes elementos hidráulicos:

- Cárcamo de Aguas Pretratadas
- Caja de distribución a sedimentadotes primarios
- Vertedor efluente del sedimentador primario
- Caja de distribución a reactores biológicos
- Tuberías de distribución en reactores biológicos
- Caja de distribución a sedimentadores secundarios
- Vertedor efluente del sedimentador secundario
- Tuberías de alimentación a UV
- Unidad de medición del efluente
- Emisor de conducción del efluente

A continuación se presenta un resumen de resultados del perfil hidráulico del sistema de tratamiento, y en el anexo se presenta la memoria del cálculo del perfil hidráulico, paso a paso por cada tramo de línea de interconexión. Se incluye el cálculo de los diámetros de tuberías, velocidades del fluido y cálculo de vertedores. Se presenta el resumen de los valores obtenidos por medio del cálculo detallado que se muestra en las hojas siguientes.

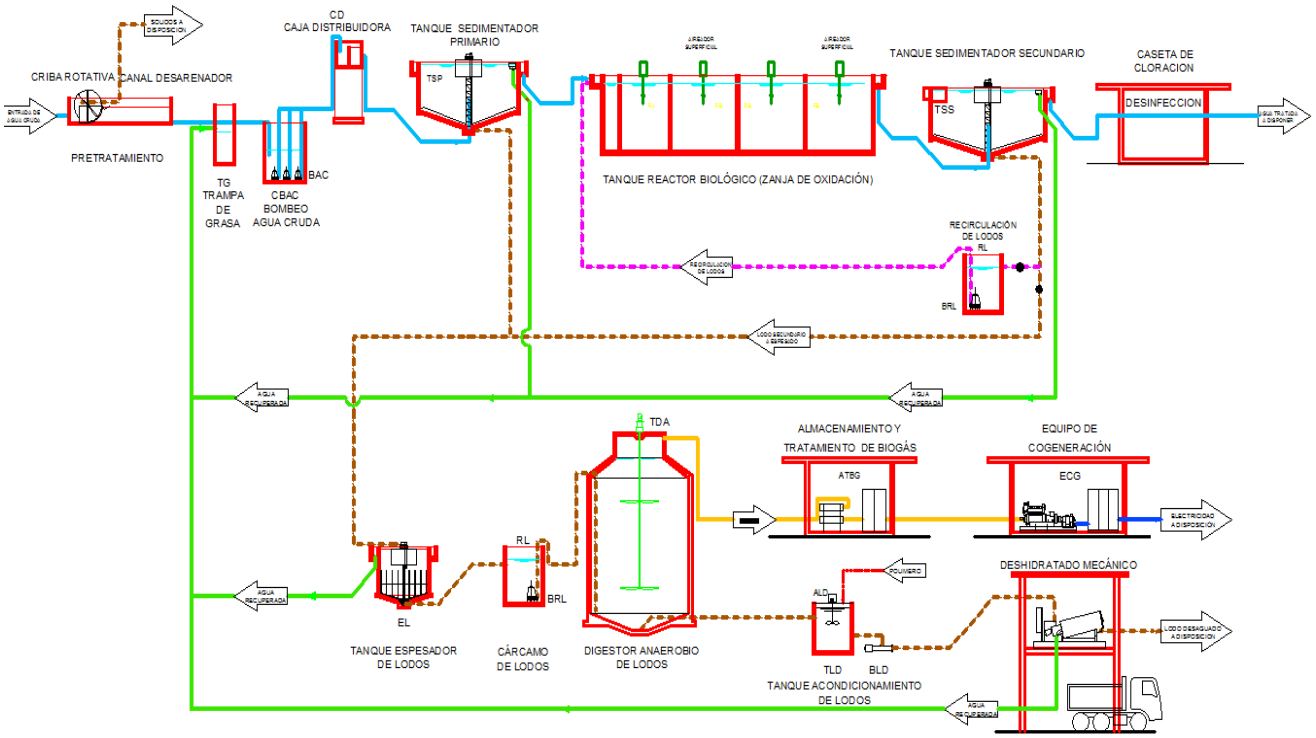
Diagrama de flujo con balance de masa

Para las tres alternativas de tratamiento de agua, incluyendo lo requerido para el tratamiento de lodos, en este apartado se presentan en forma de Diagrama de Flujo de Proceso (DFP). El DFP incluye la esquematización de todos los sistemas

principales, tanto la infraestructura como equipos dinámicos que componen a la PTAR.

Aunque los Diagramas de Flujo de Proceso de cada alternativa se presentan de manera esquemática en las siguientes figuras, sin embargo se realizó un plano donde se muestran a detalle, incluyendo el balance de materia respectivo, tanto para el tren de agua, como para el tren de lodos.

DFP de la PTAR San Antonio de los Buenos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Balance de Materia del tren de agua de la PTAR San Antonio de los Buenos.

Parámetro	Unidades	1	2		3	4	21	5	6	7
		Influente Agua Cruda	Basuras de Cribado Grueso	Basuras de Cribado Fino	Sólidos a Disposición	Efluente de cribados	Agua recuperada del Tren de Lodos	Influente a desarenación	Arenas	Influente a Tratamiento Primario
Caudal medio	l/s	1,200.0	0.02	0.06	0.02	1,200.0	50.0	1,200.0	0.02	1,250.0
	m^3/d	103,680.0	2.1	4.8	1.4	103,680.0	4,321.2	103,680.0	1.6	108,001.2
Flujo másico	kg/d	103,680,000	1,700	4,842	1,237	103,680,000	4,321,237	103,680,000	2,488	108,001,237
DBO5	mg/l	475.0				475.0	611.0	480.4		480.4
	kg/d	49,248.0				49,248.0	2,640.3	49,812.2		51,888.3
SST	mg/l	500.0				500.0	773.5	510.9		510.9
	kg/d	51,840.0				51,840.0	3,342.6	52,974.7		55,182.6
SSV	mg/l	400.0				400.0	618.8	408.8		408.8
	kg/d	41,472.0				41,472.0	2,674.1	42,379.8		44,146.1
NT	mg/l	113.0				113.0	141.3	114.1		114.1
	kg/d	11,715.8				11,715.8	610.7	8,634.3		12,326.6
PT	mg/l	20.0				20.0	9.6	19.6		19.6
	kg/d	2,073.6				2,073.6	41.3	2,373.7		2,114.9
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	10,000,000	9,750,000	8,287,500		8,287,500		8,287,500	1,450,313	6,837,188

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Balance de Materia del tren de agua de la PTAR San Antonio de los Buenos (continuación).

Parámetro	Unidades	8	9	10	11	12	13	14	15
		Lodo Primario a Espesado	Agua Primaria	Licor Mezclado	Agua Clarificada	Lodos Secundarios	Recirculación de Lodos Secundarios	Lodo Secundario a Espesado	Agua Tratada
Caudal medio	l/s	5.9	1,244.1	2,488.3	1,200.0	1,288.3	1,200.0	47.1	1,200.0
	m^3/d	508.2	107,493.0	214,986.0	103,680.0	111,306.0	103,680.0	4,072.4	103,680.0
Flujo másico	kg/d	518,400	107,493,002	214,986,003	103,680,000	111,862,533	104,198,400	4,092,751	103,680,000
DBO5	mg/l	29,431.1	339.0		20.0	8,121.5	8,121.5	8,121.5	20.0
	kg/d	14,664.7	36,440.1		2,073.6	899,474.6	837,848.1	33,073.9	2,073.6
SST	mg/l	41,616.0	256.5	4,000.0	20.0	10,251.0	10,251.0	10,251.0	20.0
	kg/d	20,736.0	27,572.0	859,944.0	2,073.6	1,135,321.2	1,057,536.0	40,927.5	2,073.6
SSV	mg/l	27,050.4	205.2	3,200.0	16.0	8,200.8	8,200.8	8,200.8	16.0
	kg/d	13,478.4	22,057.6	687,955.2	1,658.9	908,257.0	846,028.8	32,742.0	1,658.9
NT	mg/l	860.1	110.0		25.0	2,164.0	2,164.0	2,164.0	25.0
	kg/d	428.6	11,824.2		2,592.0	239,671.9	223,251.1	8,812.8	2,592.0
PT	mg/l	37.9	19.4		18.4	24.7	24.7	24.7	18.4
	kg/d	18.9	2,085.4		1,910.8	2,735.1	2,547.7	100.6	1,910.8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	3,418,594	3,418,594		205,116	3,213,478	3,213,478	3,213,478	240

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Balance de Materia del tren de la PTAR San Antonio de los Buenos.

Parámetro	Unidades	8 Lodo Primario a Espesado	12 Lodo Secundario a Espesado	16 Lodo Mezclado a Espesado	17 Agua recup. de Espesado	18 Lodos Espesados a Digestión	19 Lodos digeridos	20 Agua recup. de Desaguado	21 Agua recuperada del Tren de Lodos	22 Lodos Desaguados
Caudal medio	l/s	5.9	47.1	53.0	40.0	13.3	7.9	10.0	50.0	1.9
	m^3/d	508.2	4,072.4	4,580.6	3,456.4	1,148.6	678.7	864.8	4,321.2	161.8
Flujo másico	kg/d	518,400	4,092,751	4,611,151	3,456,425	1,183,093	692,313	864,812	4,321,237	173,078
DBO5	mg/l	29,431.1	8,121.5	10,485.4	690.6	40,272.8	30,738.3	280.0	608.4	127,184.8
	kg/d	14,664.7	33,073.9	47,738.6	2,386.9	45,351.6	20,454.2	242.1	2,629.1	19,226.9
SST	mg/l	41,616.0	10,251.0	13,543.9	892.0	52,020.0	57,222.0	300.0	773.5	236,765.3
	kg/d	20,736.0	40,927.5	61,663.5	3,083.2	58,580.3	38,077.2	259.4	3,342.6	35,792.6
SSV	mg/l	27,050.4	8,200.8	10,152.0	713.6	40,272.8	33,302.6	240.0	618.8	137,795.0
	kg/d	13,478.4	32,742.0	46,220.4	2,466.5	45,351.6	22,160.6	207.6	2,674.1	20,830.9
NT	mg/l	860.1	2,164.0	2,029.8	133.7	7,796.1	1,520.2	115.0	129.9	6,290.1
	kg/d	428.6	8,812.8	9,241.4	462.1	8,779.3	1,011.6	99.5	561.5	950.9
PT	mg/l	37.9	24.7	26.2	1.7	100.8	803.8	35.0	8.4	3,325.8
	kg/d	18.9	100.6	119.5	6.0	113.5	534.9	30.3	36.2	502.8

Fuente: Elaboración propia.

Eficiencia delos procesos para remoción de los contaminantes

Con base en los balances de materia para cada uno de los procesos de tratamiento mostrados en las tablas anteriores, se calcularon las remociones de los principales contaminantes del agua residual, estas eficiencias de remoción se obtuvieron de forma global y para cada una de las etapas de tratamiento.

En la siguiente tabla se muestran las eficiencias, tanto por operación, como globales, de remoción de contaminantes.

Tabla 21. Eficiencias de remoción del proceso de Zanjas de Oxidación.

Parámetro	Unidades	1	2		3		4	
		Influente	Pretratamiento		Tratamiento Secundario		Eficiencia Global	
			Concentración	Eficiencia	Concentración	Eficiencia	Concentración	Eficiencia
Caudal medio	l/s	1,200.0	1,224.7		1,200.0		**1,200.0**	
	m^3/d	103,680.0	105,816.8		103,680.0		**103,680.0**	
Flujo másico	kg/d	103,680,000	105,816,810		103,680,000		**104,198,400**	
DBO5	mg/l	475.0	478.8	0.0%	20.0	95.8%	**20.0**	**95.8%**
	kg/d	49,248.0	50,669.0		2,073.6		**2,073.6**	
SST	mg/l	500.0	505.4	0.0%	20.0	96.0%	**20.0**	**96.0%**
	kg/d	51,840.0	53,474.7		2,073.6		**2,073.6**	
SSV	mg/l	400.0	403.6	0.0%	16.0	96.0%	**16.0**	**96.0%**
	kg/d	41,472.0	42,711.3		1,658.9		**1,658.9**	
NT	mg/l	113.0	118.4	0.0%	15.0	86.7%	**15.0**	**86.7%**
	kg/d	11,715.8	12,524.7		1,555.2		**171,992.7**	
PT	mg/l	20.0	20.3	0.0%	0.5	97.5%	**0.5**	**97.5%**
	kg/d	2,073.6	2,146.3		51.8		**51.8**	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	10,000,000	6,837,188	31.6%	205,116	97.0%	**240**	**100.0%**

Fuente: Elaboración propia.

Flexibilidad de operación

En este apartado se indica el nivel de flexibilidad de la PTAR propuesta, en términos de un futuro incremento de flujo y/o carga de contaminantes del sistema.

La operación de la PTAR deberá ser lo suficiente flexible para llevar a cabo un control adecuado del sistema de tratamiento, de la forma que se produzca de manera consistente una elevada calidad en el efluente, para cumplir mínimamente con los límites máximos permitidos de contaminantes en la descarga del sistema, conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Desde el punto de vista cualitativo, las concentraciones de contaminantes tomadas en cuenta para el diseño funcional e hidráulico de las unidades de tratamiento, se puede considerar como concentraciones más altas. Composición típica de las aguas crudas de origen doméstico, que se encuentra en el Tomo 25 “Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales” del MAPAS 2015 de la CONAGUA, en esta tabla se muestran tres composiciones típicas: concentración baja, media y alta. Lo anterior da a entender que la PTAR SAB se diseñó para tratar un agua

residual mucho más contaminada que la típica agua residual, por lo cual a pesar de que el agua de Tijuana tiene mayores concentraciones de contaminantes, la PTAR SAB tiene la capacidad para su tratamiento.

La propuesta PTAR San Antonio de los Buenos se encuentran diseñadas para un caudal de 1,200 l/s, dicho caudal se obtuvo de una proyección a un horizonte de 30 años, por lo cual desde el punto de vista de caudal, el tratamiento se encuentra asegurado por lo menos a este horizonte. Sin embargo, se puede presentar algún escenario en el por cuestiones operativas o de mantenimiento uno de los módulos no opere.

Se propuso para su construcción en tres módulos, diseñados para un gasto de 400 l/s, sin embargo se hace la revisión para 600 l/s.

Lo anterior es con la finalidad de que, por alguna situación de mantenimiento o falla, se tenga que dejar de operar un módulo, y con los dos módulos que si estén operando se tenga la capacidad de tratar el gasto de 1,200 l/s.

Este proceso conserva una gran ventaja, pues en el Proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, se marca que los límistes máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales
Capacidad de la planta

En función de un flujo influente de la PTAR y la caracterización del agua residual, en este apartado, se hace mención de la capacidad de la planta.
Respecto al flujo del influente, se vuelve a hacer mención de los gastos considerados:
Gasto mínimo: 600 l/s.
Gasto medio: 1,200 l/s.
Gasto máximo: 2,400 l/s

Para esto se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Con base en los parámetros cuantitativos (gastos) y cualitativos (calidad del influente y del efluente esperado), se hizo el diseño funcional de la PTAR, el cual consiste principalmente en dimensionar las estructuras de tratamiento de la PTAR, es decir, obtener volúmenes, superficies y longitudes.

El pretratamiento se diseñó para manejar los gastos mínimo, medio y máximo, desde el canal de llamada, cribas y desarenadores, donde las dimensiones resultantes mantendrán las velocidades y tirantes correspondientes de operación, así como los tiempos de retención en los canales desarenadores horizontales.

El sedimentador primario se diseñó para que a gasto medio y máximo se mantenga la velocidad de arrastre de las partículas a sedimentar, esto se hizo tomando en cuenta la carga superficial correspondiente.

Los tratamientos de Zanjas de Oxidación, comúnmente se diseñan para el gasto medio, esto para evitar estructuras de grandes dimensiones que hagan que los costos de inversión se vuelvan muy elevados. Además es importante tener en cuenta que las reacciones metabólicas llevadas a cabo en los tratamientos secundarios, son sensibles a un cambio tanto en flujo como en carga orgánica.

Memoria de cálculo

El diseño de las funcional de las unidades de tratamiento, así como el perfil hidráulico se encuentran de manera detallada en una memoria de cálculo anexa al presente informe

Arreglo de unidades de proceso

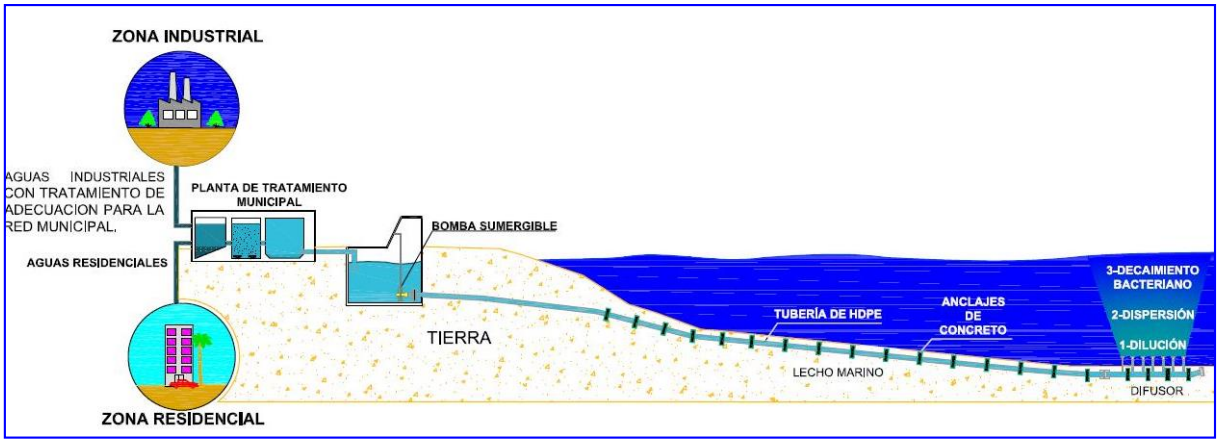
Una vez calculadas y dimensionadas las unidades de tratamiento, se realizó una propuesta de arreglo general o sembrado de estructuras. En este informe se presenta de manera esquemática estos sembrados, y en los planos anexos se muestra a detalle el arreglo de las unidades.

Memoria técnico descriptiva de los trabajos a realizar del Emisor y descarga subacuática

DISEÑO DEL EMISOR Y LA DESCARGA

El diseño de un emisor submarino implica la consideración de un sistema complejo de componentes y variables. El diseño se hace con el objetivo de disponer en punto lejano en el mar, de las aguas residuales de origen urbano o industrial. Existe además una normatividad que hay que respetar, tanto a la salida de la PTAR como en el impacto que produzcan en las aguas las descargadas en el medio marino. En la siguiente figura se esquematizan las componentes principales que caracterizan a este tipo de estructuras hidráulicas.

Componentes de un emisor submarino.

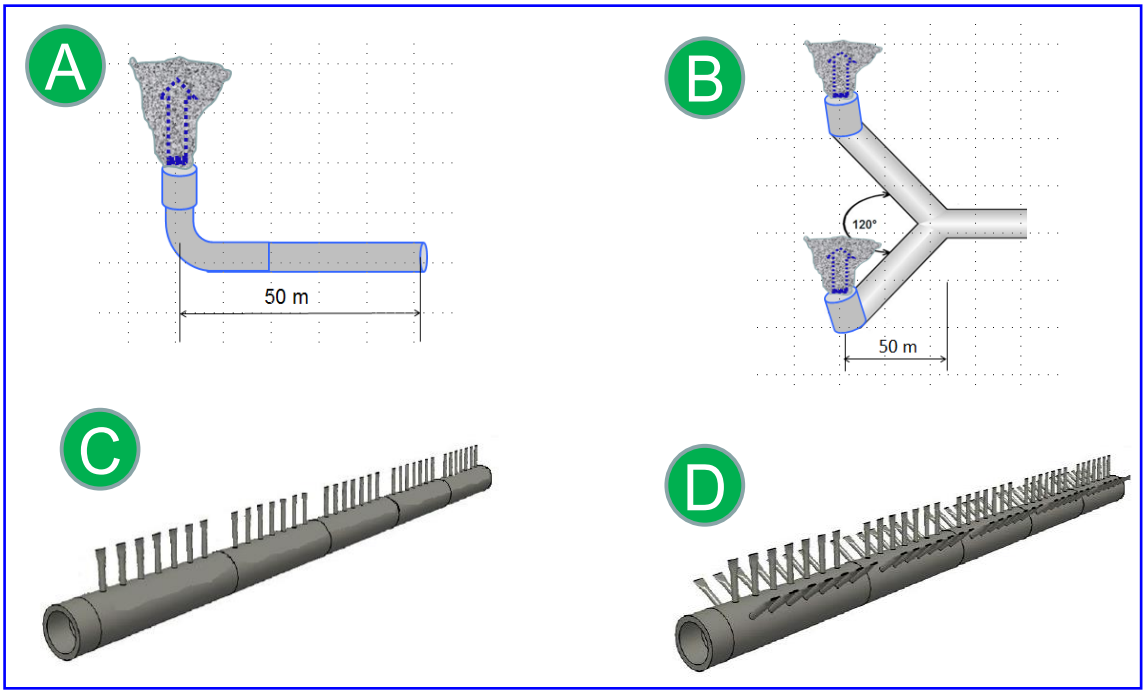


Fuente: adaptada de www.elinsubca.com

En este estudio nos enfocaremos al diseño de algunas componentes y variables específicas: el diseño del emisor consta básicamente de un emisor submarino, propiamente dicho, que va desde la PTAR hasta un punto lejano, algunas decenas de metros y a veces hasta algunos kilómetros, en el fondo marino. En este punto se instala una estructura difusora, la cual se encarga de fomentar la turbulencia en el medio marino, como producto del encuentro de las aguas marinas, sus dinámica y sus estructura vertical, con el encuentro de las aguas servidas o aguas residuales y su cantidad de movimiento asociada; entre mayor turbulencia exista mayor será la dilución inicial de las aguas y, como la concentración es inversamente proporcional a la dilución, los contaminantes serán abatidos en un campo cercano. Este proceso

se conoce como dilución inicial (D_i). En la que**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran diversos componentes de sistemas emisor/difusor y las características de la dilución inicial.

Sistemas emisor/difusor diferentes

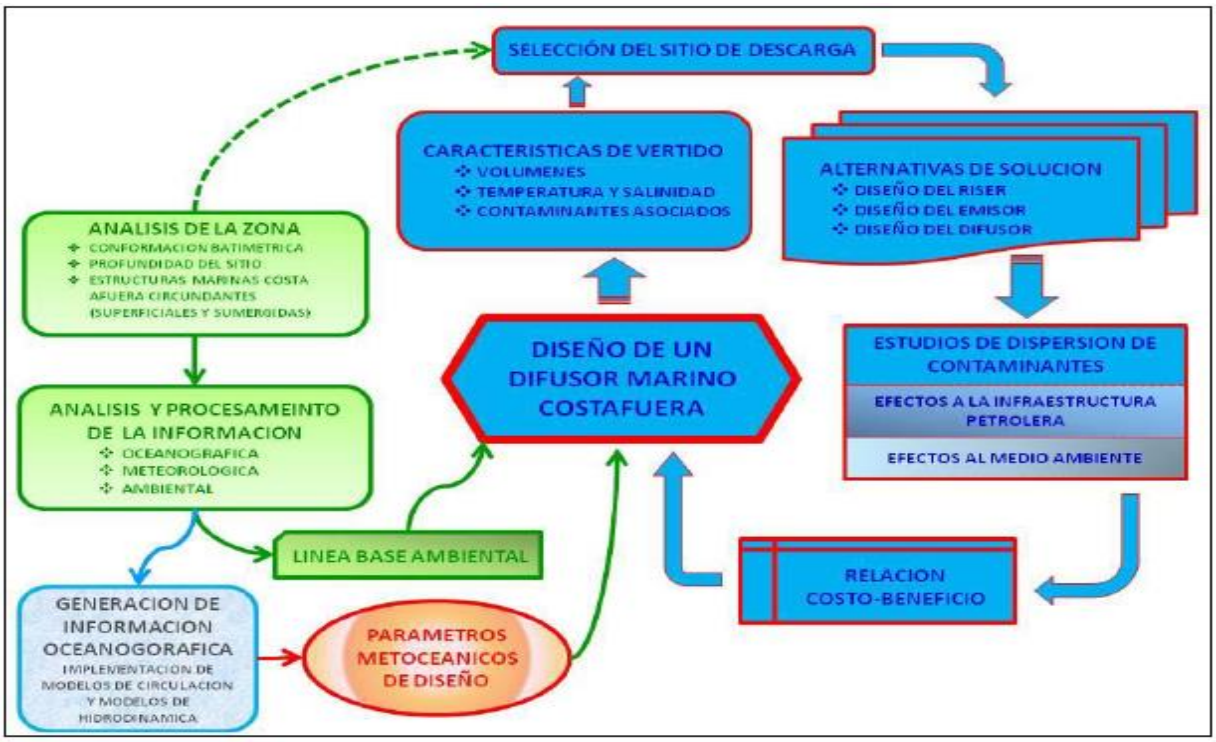


Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la dilución inicial, viene el transporte de los contaminantes el cual depende de la dinámica del mar (oleaje, corrientes, mareas) y la incidencia del viento; los contaminantes son transportados generalmente hacia las zonas costeras. Entonces hay que cuidar que la descarga de un emisor impacte lo menos posible al medio marino, y consecuente no llegue a las zonas costeras. Si en la zona costera existen playas o sitios de afluencia turística importante, la restricción es más estricta.

Entonces comienza un proceso de análisis entre el diseño hidráulico, hidrodinámico y ambiental del emisor/difusor submarino, hasta satisfacer un análisis de costo beneficio, tal y como se muestra en la. (Tomada de Ramírez-León, 2017).

Metodología para el diseño de emisores submarinos.



Fuente: Tomada de Ramírez León (2018).

Parte fundamental del diseño de un emisor submarino es la definición del diámetro interno de la tubería. Para diseñar este es necesario revisar los gastos de descarga así como las políticas de descarga de los mismos. Los gastos deben de incluir, gasto mínimos, gastos máximos, gasto frecuente y gastos extraordinarios. Con base en estos gastos se diseña el emisor y el difusor submarino, los cuales deben de cumplir ciertas características que se describen, más adelante en este capítulo.

Gastos a manejar

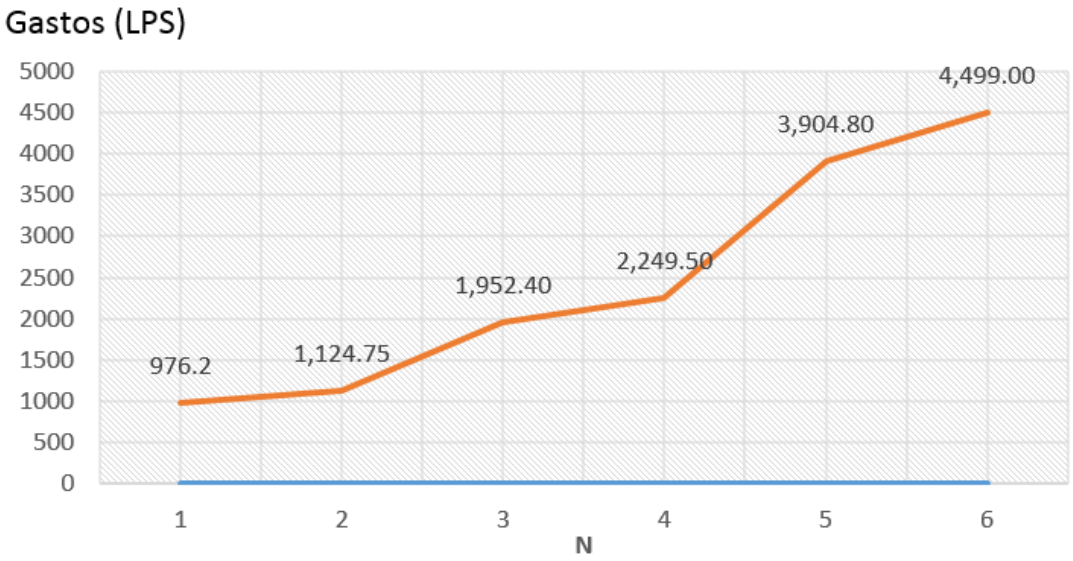
En la siguiente tabla se presentan los gastos hidráulicos que manejará el sistema. Aparecen los gastos actuales al estimados al 2017, así como los gastos proyectados al 2047. El rango es muy amplio; entre el mínimo y el máximo se tiene un □Q = 3,522.80 l/s. Sin embargo por cuestiones operativas y de mantenimiento el incremento podría ir desde 0 hasta los 4,499 l/s.

Rangos de gastos a considerar

Gastos de diseño del emisor	Valor (l/s)	
	2017	2047
Gasto medio	1,952.40	2,249.50
Gasto mínimo	976.2	1,124.75
Gasto máximo instantáneo	3,904.80	4,499.00
Gasto máximo extraordinario	3,904.80	4,499.00

Fuente: Elaboración propia.

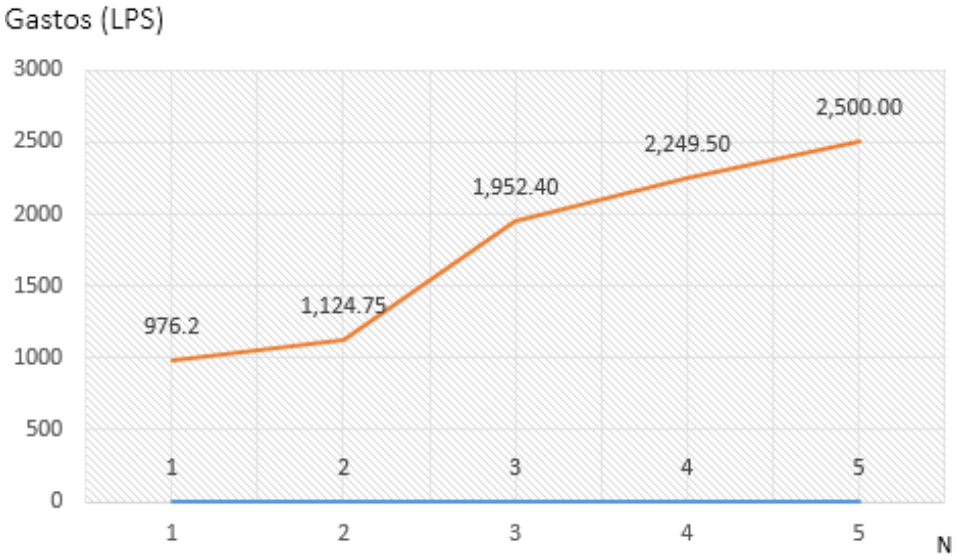
Rango de gastos ordenados de menor a mayor



Fuente: Elaboración propia.

Además se tiene la solicitud de que los sistemas que se diseñen funcionen por gravedad, sin necesidad de equipos de bombeo. Debido a que el rango de gastos es muy amplio y que los gastos proyectados de igual forma son muy amplios se concluyó que se diseñarían dos emisores paralelos; uno funcionará permanentemente y el otro funcionará para los gastos que superen los 2,500 l/s. El primero de los emisores será designado como emisor sur y tendrá un rango de variación de □Q =1,523.80, aunque bien podría funcionar desde los 0 hasta los 2,500 l/s.

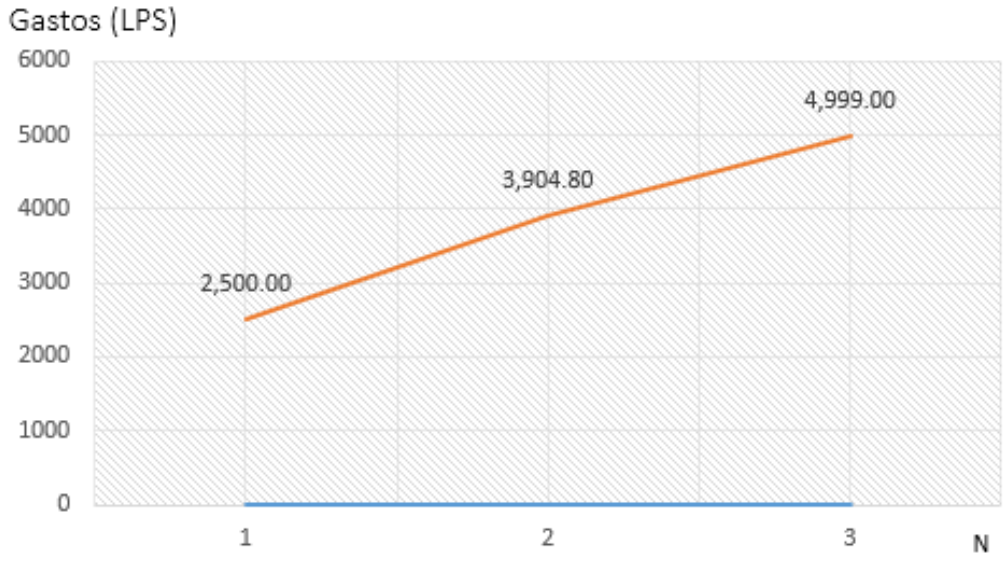
Rango de gastos para el Emisor Sur



Fuente: Elaboración propia.

El segundo de los emisores funcionará a partir de los 2,501 l/s, su rango de variación será de □Q = 2,498.00 l/s.

Rango de gastos para el Emisor Norte



Fuente: Elaboración propia.

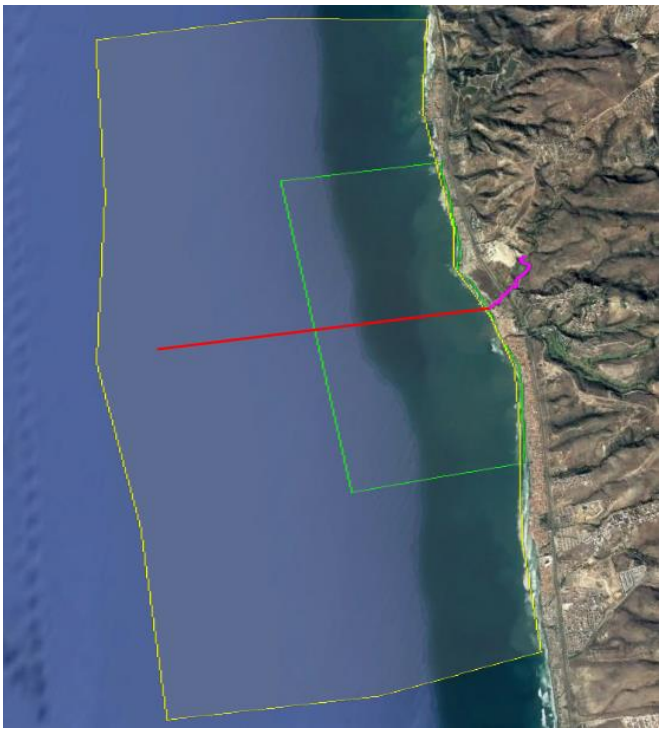
Con estos datos en mente se procedió a realizar el cálculo del diámetro y la longitud del sistema emisor/difusor. Como se describe más adelante.

Estimación del diámetro y la longitud del emisor

Introducción

En primer lugar se retomó el dominio para el cual se tomaron los datos, el cual se muestra ahora en la siguiente figura. La línea en rojo muestra la dirección estimada como probable al inicio y mide 4 km a partir de la costa. A esta figura se le ha anexado el trazo de donde se ubicaría el tanque de agua hasta su conexión al mar con el tramo submarino. Este trazo de indica en color violeta. Se recuerda que el recuadro en verde se mido calidad del agua del mar y con ello se obtuvo la línea base ambiental: el recuadro en amarillo se utilizó para obtener condiciones oceanográficas (corrientes mareas, oleaje, vientos, etc); sobre se realizaran los estudios de dispersión en campo lejano, que se muestran más adelante.

Dominio de estudio para el trazo del emisor.



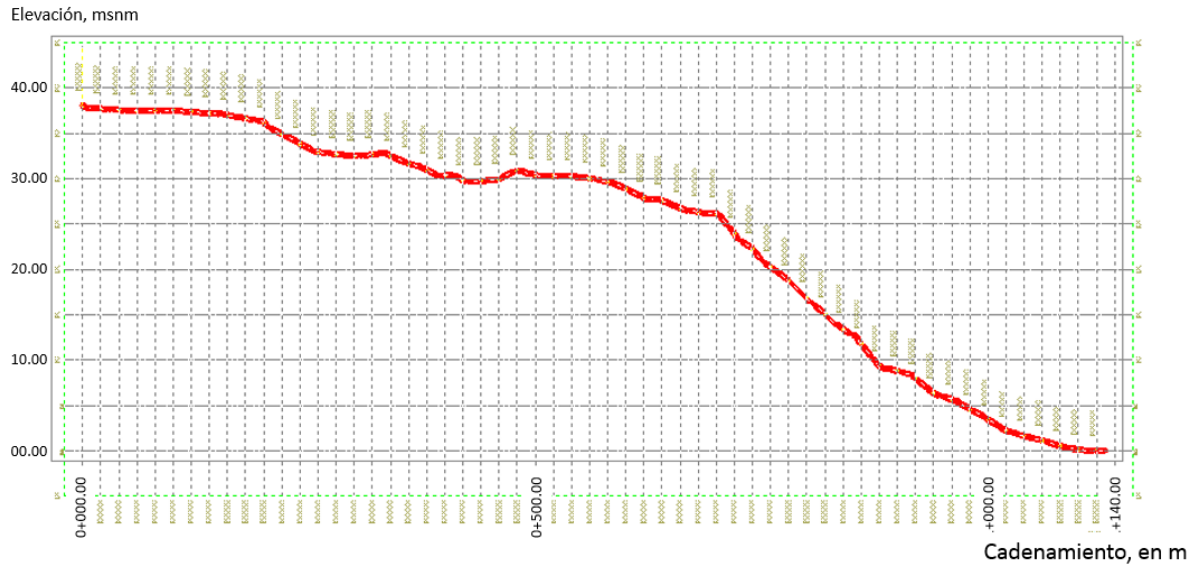
Fuente: Elaboración propia.

Análisis del diámetro y la longitud del emisor

En las siguientes figuras se muestran los perfiles topográficos y batimétricos para el tramo en tierra y el tramo submarino, respectivamente, siguiendo las líneas

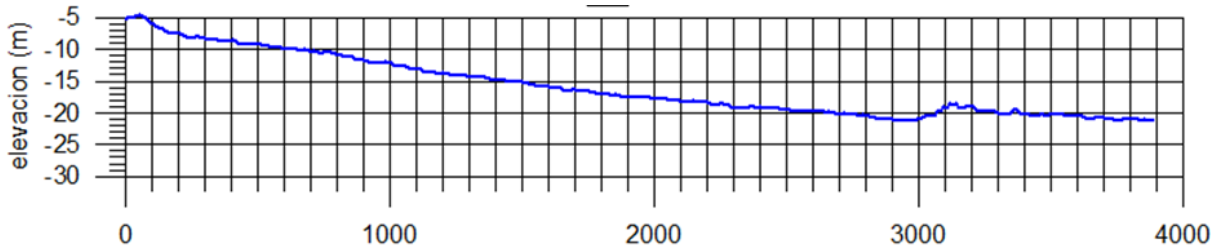
correspondientes, mostradas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Perfil topográfico de la línea de tierra.



Fuente: Elaboración propia.

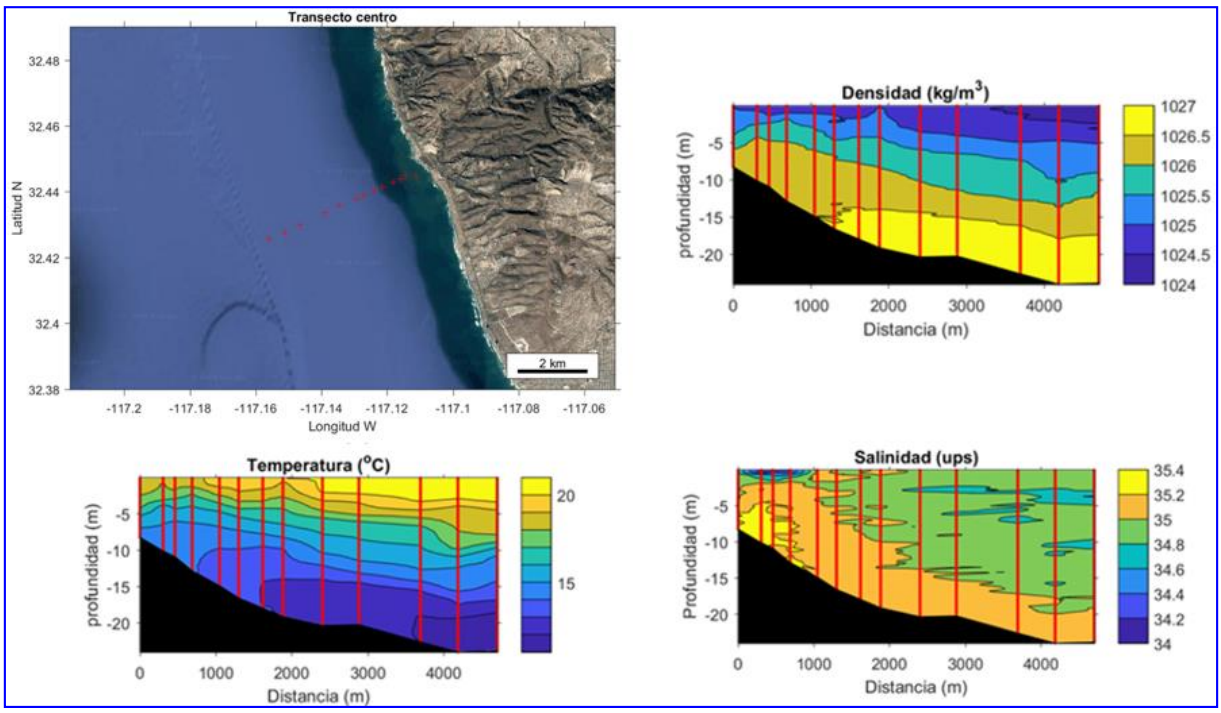
Perfil batimétrico en el trazo de tubería



Fuente: Elaboración propia.

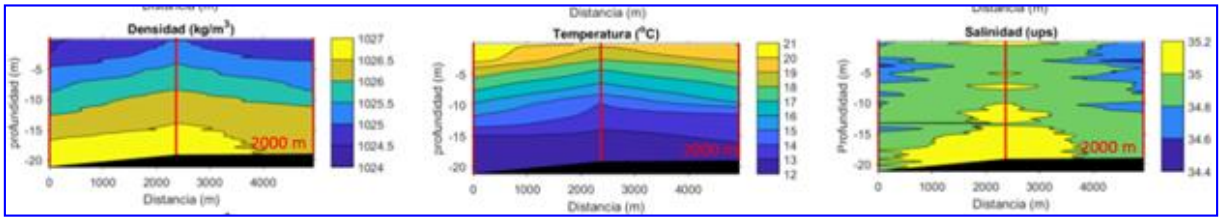
Utilizando el programa EPANET (www.epanet.com) se comenzaron a hacer iteraciones en cuanto a los flujos, las longitudes y los diámetros, tomando en consideración los resultados obtenidos en las dos campañas de medición con el CTD y que se incluyen en la siguiente figura.

Figura 1. Perfiles longitudinales en la primera campaña de monitoreo.



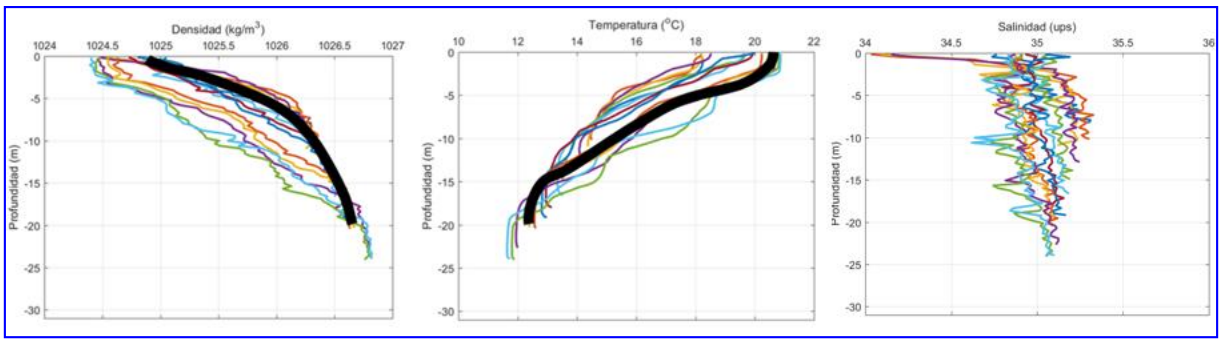
Fuente: Elaboración propia.

Perfiles transversales en la primera campaña de muestreo.



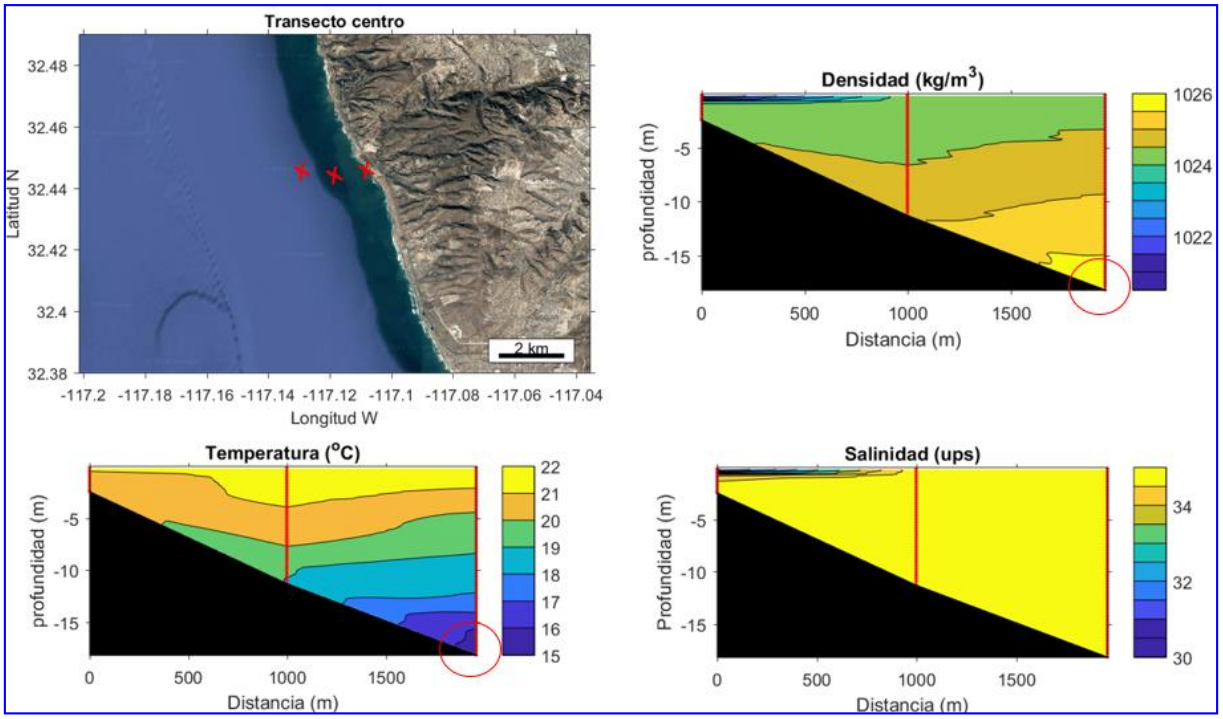
Fuente: Elaboración propia.

Perfiles verticales en el transecto central. Con negro se remarcan los perfiles a 2000 m de la costa.



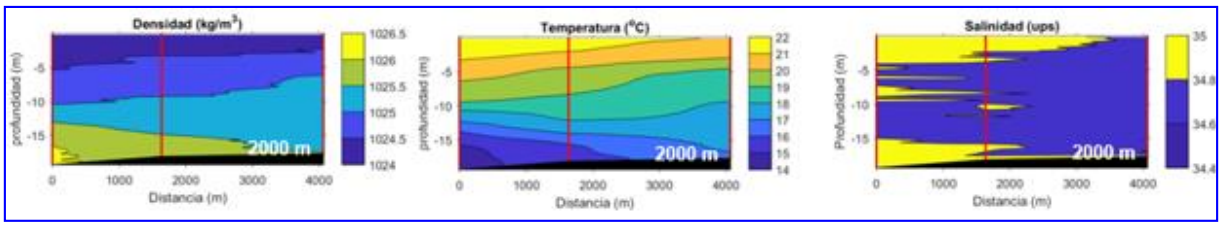
Fuente: Elaboración propia.

Perfiles longitudinales en el segundo muestreo.



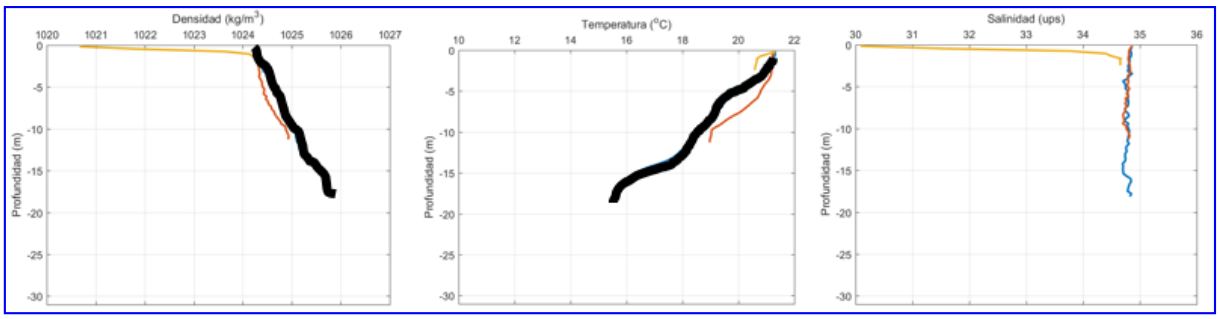
Fuente: Elaboración propia.

Perfiles transversales en la segunda campaña de muestreo.



Fuente: Elaboración propia.

Perfiles verticales en el transecto central. Con negro se remarcan los perfiles a 2000 m de la costa.

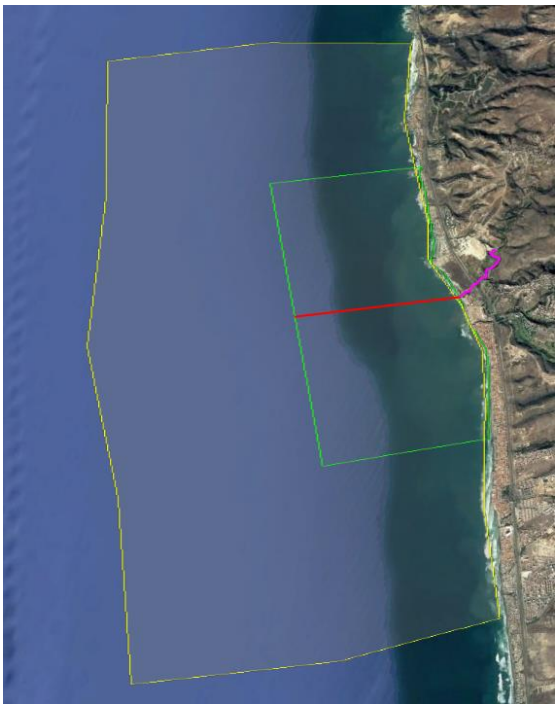


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente con el análisis de estas variables se determinó que la longitud del emisor sería de 2,000 m a partir de la costa, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y

se muestran los datos obtenidos hasta esta etapa; en general se disponen de 58 m de carga hidráulica que se pueden aprovechar para que el sistema funcione completamente por gravedad.

Trazo del emisor en la parte continental y parte marina.



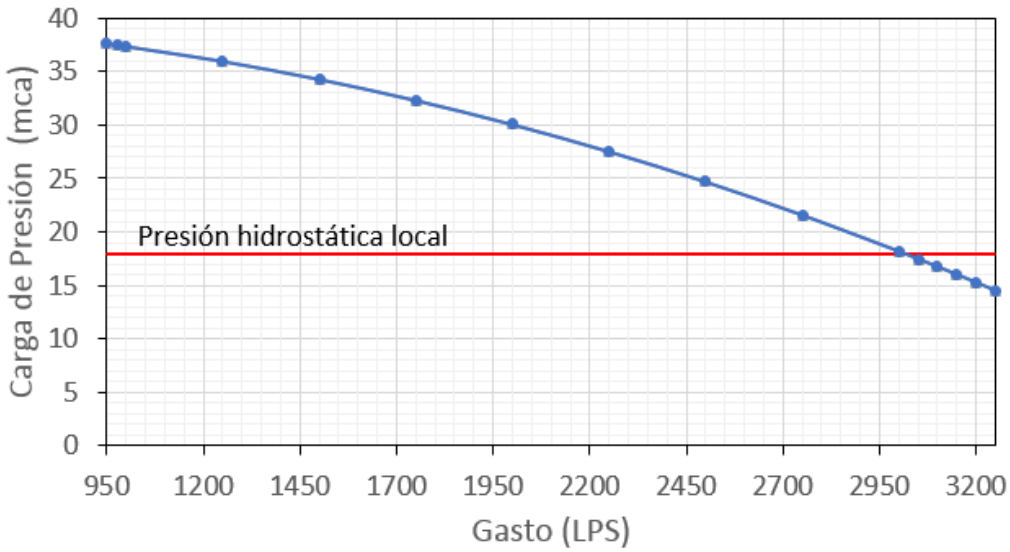
Fuente: Elaboración propia.

Carga hidráulica disponible.

Fuente: Elaboración propia.

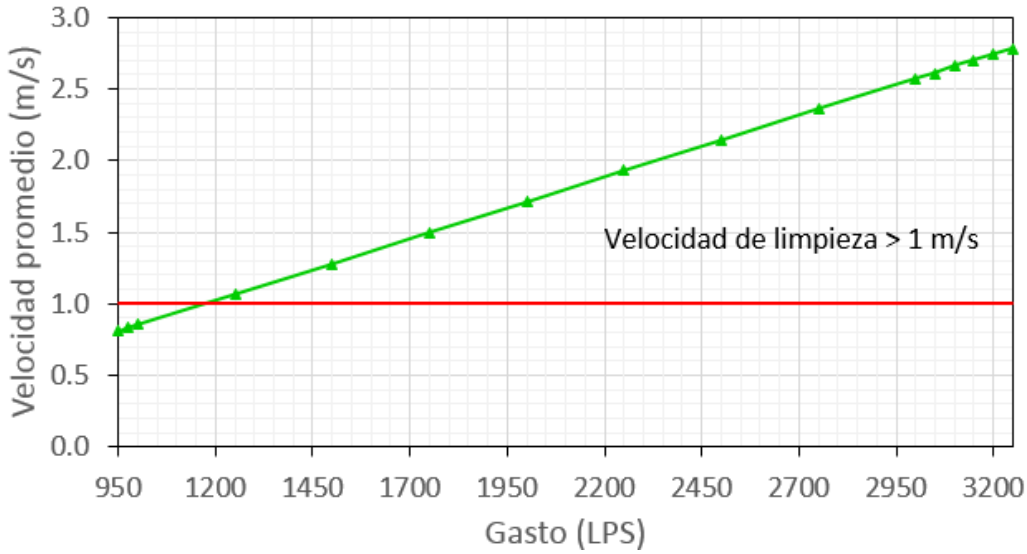
Posteriormente se hicieron un sinnúmero de simulaciones para ajustar el diámetro interno del emisor. El valor óptimo encontrado fue de 48”. Los resultados para este diámetro se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** para la carga de presión contra diferentes gastos. La línea roja es la presión hidrostática local igual a 18 m y a 2000 m de la costa. Este requerimiento se satisface para el D=48”, para gastos desde 950 l/s hasta 3,000 l/s; el diseño que se propone cumple para los 2,500 l/s; EL Sistema bien podría aguantar hasta 2750 l/s o 2,800 l/s, por seguridad. La gráfica anterior va acompañada de la gráfica de la en donde se muestran los gastos y las velocidades medias al final del tramo en estudio. En rojo aparece la velocidad de 1.0 m/s, como límite inferior, sugerido. Veremos más adelante que para el gasto de 976.2 l/s la velocidad es de 0.9 m/s: esto no provoca mayores problemas, los artificios hidráulicos que se toman para el diseño del difusor marino, provocan el aumento de esta velocidad considerablemente para favorecer la dilución justo a la salida de los dispositivos y dentro de la zona estratificada.

Gráfica para la relación gasto vs carga de presión.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica para la relación gasto vs velocidades.

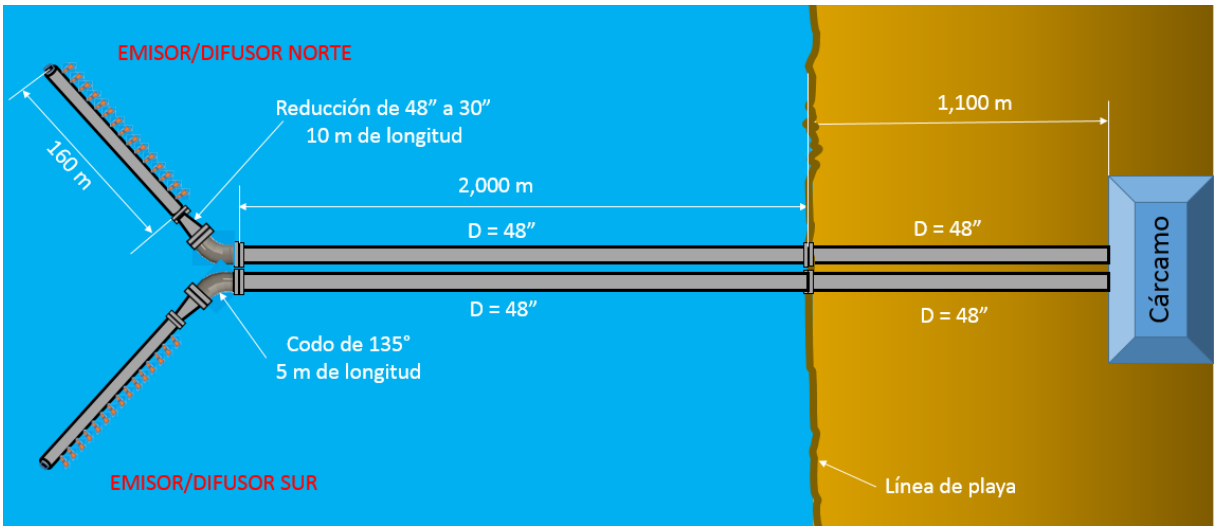


Fuente: Elaboración propia.

Análisis del arreglo emisor/difusor

Finalmente se diseñó el difusor submarino, a través de diversas simulaciones. Se conformó de 15 boquillas conectadas a un riser y este a su vez al difusor. El diámetro de difusor se consideró de 30” y se conecta al emisor con un codo de 135 ° y una reducción de 48” a 30” como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Esquema de las dimensiones de los difusores norte y sur.



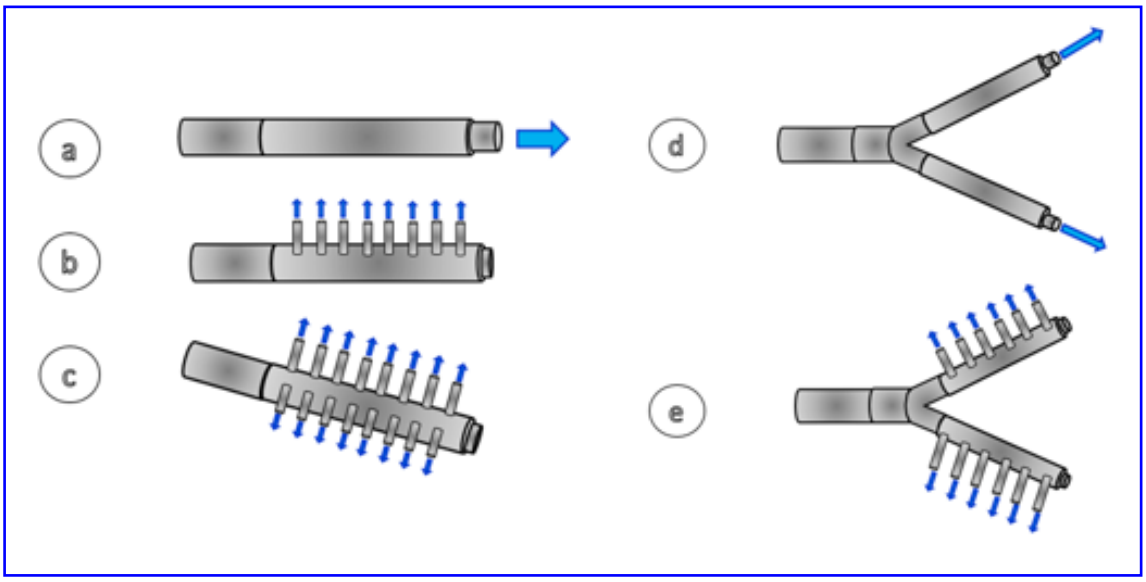
Fuente: Elaboración propia.

El difusor submarino

El vertido de las aguas residuales en el fondo del mar, se optimiza cuando se instala algún tipo de estructura difusora, que como ya se mencionó previamente, esto favorece la dilución inicial y por consiguiente contribuye a mitigación de los contaminantes en un campo cercano. El diseño de estas estructuras puede variar ampliamente. El diseño más simple involucra una descarga directa del emisor, es decir sin que esta tenga estructura difusora alguna, en este caso, deberá analizase la conveniencia de hacerlo y respaldarlo con los estudios de dilución inicial y el transporte de contaminantes, apegados conforme a la normatividad ambiental.

En particular se ha demostrado que la instalación de una estructura difusora permite manejar y controlar las descargas en el fondo marino, disminuyendo el impacto que estas producen en el medio. Existen diversas configuraciones dependiendo de los gastos por descargar y de los tamaños de los emisores y como se muestra a continuación; en donde, por ejemplo, una descarga es dividida en varias pequeñas descargas evitando la contaminación directa del flujo al mar o inclusive esta se puede dividir en dos descargas suficientemente alejadas para que una no influya en la otra etc.

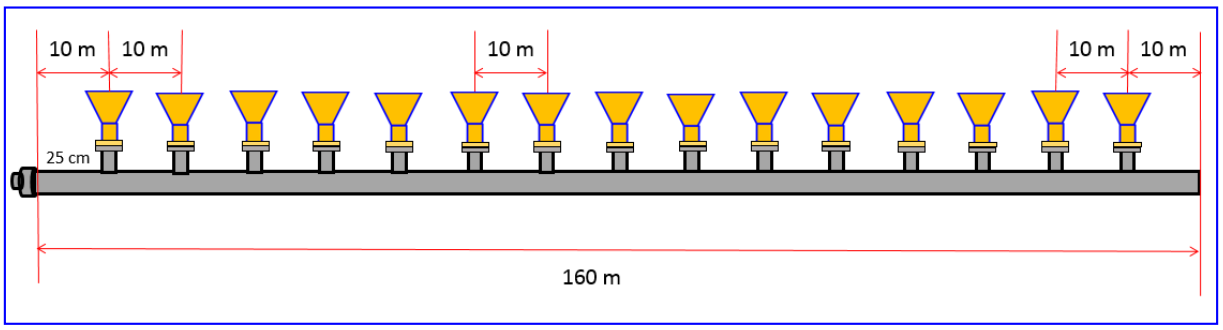
Secuencia de las opciones de solución.



Fuente: Tomada de Ramírez León (2018).

Después de múltiples análisis se optó que los difusores para la PTAR de San Antonio de los Buenos tuvieran la configuración que se muestra en la siguiente figura:

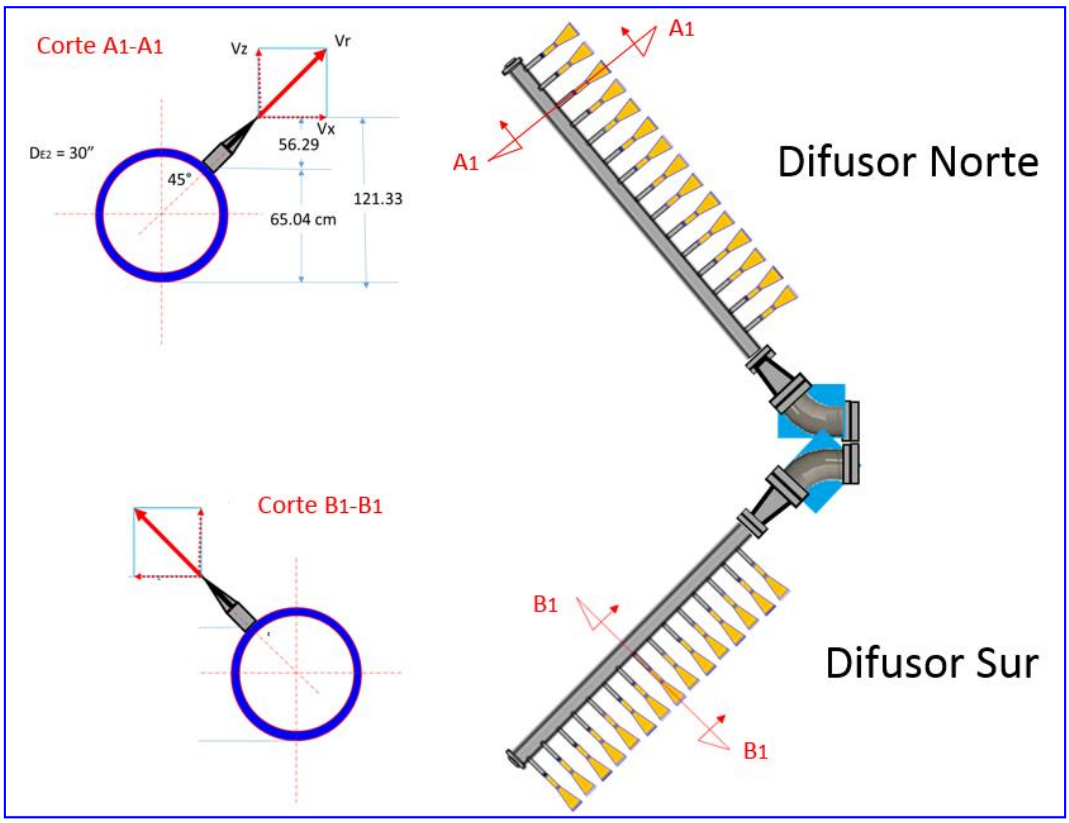
Distribución de las boquillas para los difusores norte y sur.



Fuente: Elaboración propia.

En la siguien figua se muestran los difusores norte y Sur, así como un corte transversal en cada uno de ellos. Se aprecia que las boquillas están inclinada a 45° y hacia el exterior de cada sección. Esto se hizo con un doble objetivo: en primer lugar una descarga vertical, tiene mayor posibilidad de alcanzar la superficie; una descarga inclinada dentro de la zona estratificada, llegaría con menor fuerza y menos intensidad a la superficie.

Configuración de los difusores norte y sur.

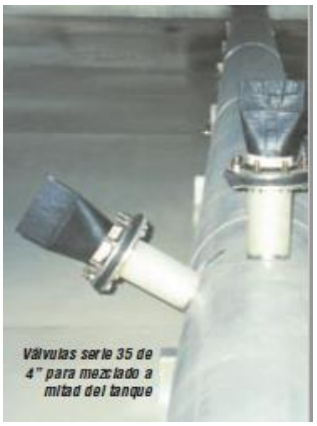


Fuente: Elaboración propia.

Válvulas Tideflex Series 35

Estas válvulas son ampliamente utilizadas en los difusores submarinos debido a una gran variedad de ventajas que ofrecen en el manejo de las descargas y en la dilución de los contaminantes. Se les conoce también como válvulas difusoras o válvulas pico de pato. Existe una gran variedad de diseños de acuerdo a las necesidades de cada sistema.

Válvulas difusoras Tideflex en emisores submarinos.



Fuente: Tomadas de www.redvalve.com/tideflex/tideflex-products/tideflex-check-valves/series-35

Entre las ventajas que ofrece este tipo de válvulas están:

Previenen la entrada de sedimentos, contaminantes, agua salada y vida acuática.

Proporcionan un servicio libre de mantenimiento.

Aumentan la velocidad de descarga.

Mejoran la dilución inicial.

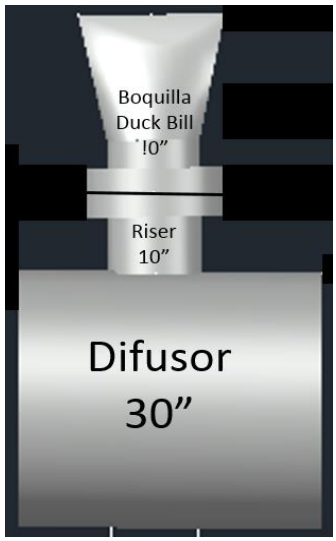
Proveen una distribución uniforme en todos los puntos de descarga.

Promueven una significante mejora en el purgado de agua salada.

Evitan el contraflujo

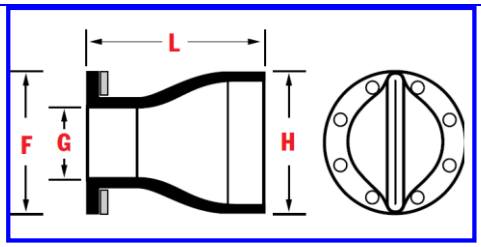
El objetivo de instalar esta válvula es generar turbulencia y aumentar la dilución inicial. Esta combinación y aunada a que la descarga se hará en la zona de estratificación natural del mar permitirá confinar y diluir los contaminantes en un campo relativamente cercano.

Por lo tanto para este emisor, se eligieron las boquillas Tideflex Series 35 de 10" que se conectan con el riser, de 10" y 25 cm de longitud, según se muestra en la Conformación de un Riser y una boquilla de 10".



Fuente: Elaboración propia.

Boquilla Tideflex Series 35 y sus dimensiones.

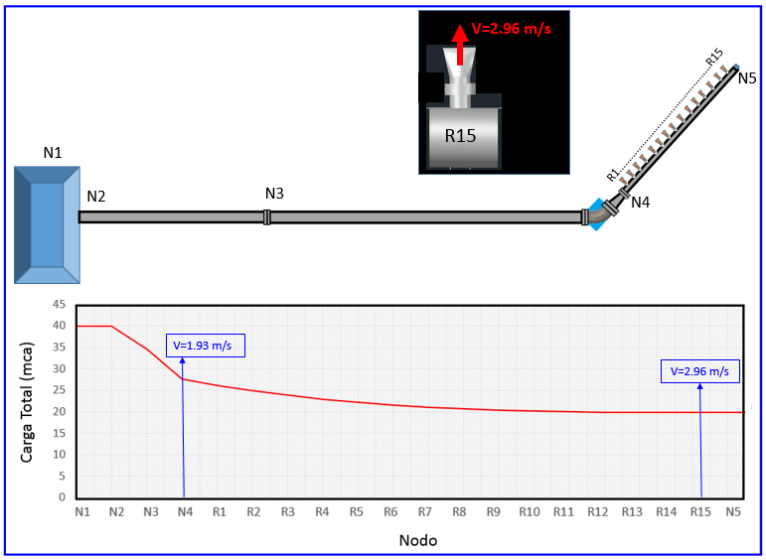


Brida Diametro Interior (G)	Brida Diametro Exterior (F)	Largo (L)	Altura del Pico (H)
1/2	3 1/2	2 1/2	1 1/2
3/4	3 7/8	3	1 1/2
1	4 1/4	3	1 1/2
1 1/2	5	6	3
2	6	6	4
2 1/2	7	8	5
3	7 1/2	9	5 1/2
4	9	12	7
5	10	15 1/2	9
6	11	16	10 1/2
8	13 1/2	16 1/2	13
10	16	21 1/2	17
12	19	26 1/2	20 1/2
14	21	26	22

Fuente: Tomadas de www.redvalve.com/tideflex/tideflex-products/tideflex-check-valves/series-35

Se muestra un cálculo hidráulico para un gasto de 2,250 l/s, la carga total de presión, señalada en rojo, vence la carga hidrostática de 18 m, en la zona del difusor la velocidad es de 1.20 m/s; después de la reducción de 40" a 30" es de 1,93 m/s (Nodo 4). A la salida de la última boquilla (R15) la velocidad es de 2.96 m/s. En la siguiente figura se muestra el arreglo final de los emisores norte y sur desde la salida del cárcamo, hasta su posición final con los difusores.

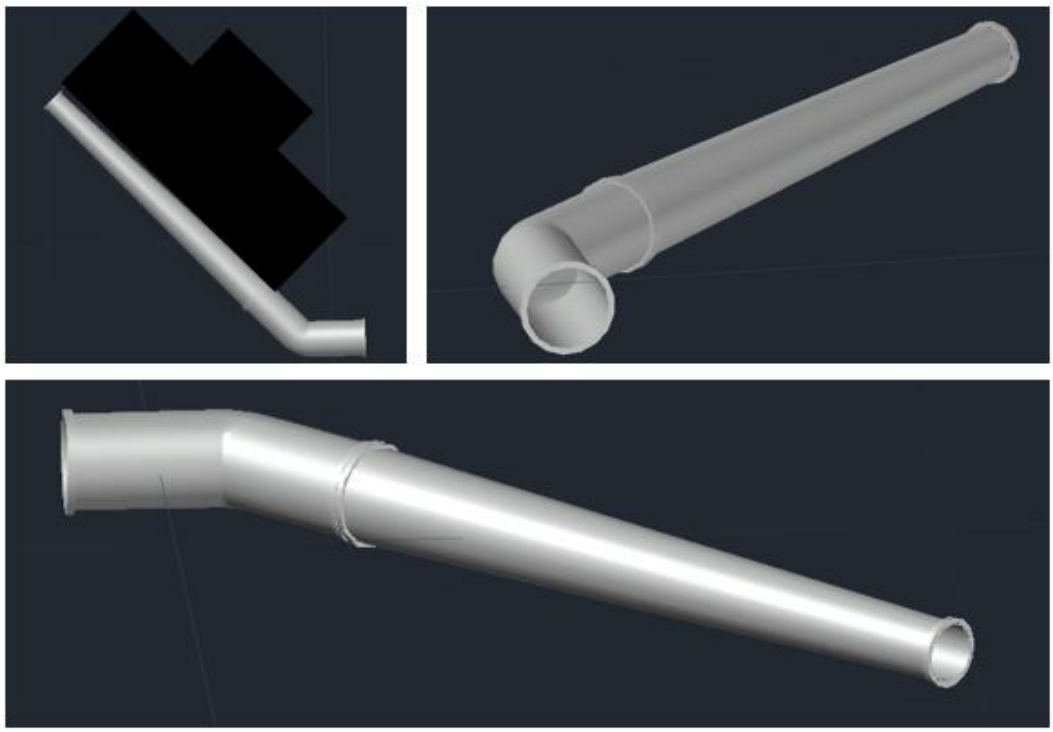
Distribución de cargas a lo largo del sistema.



Fuente: Elaboración propia.

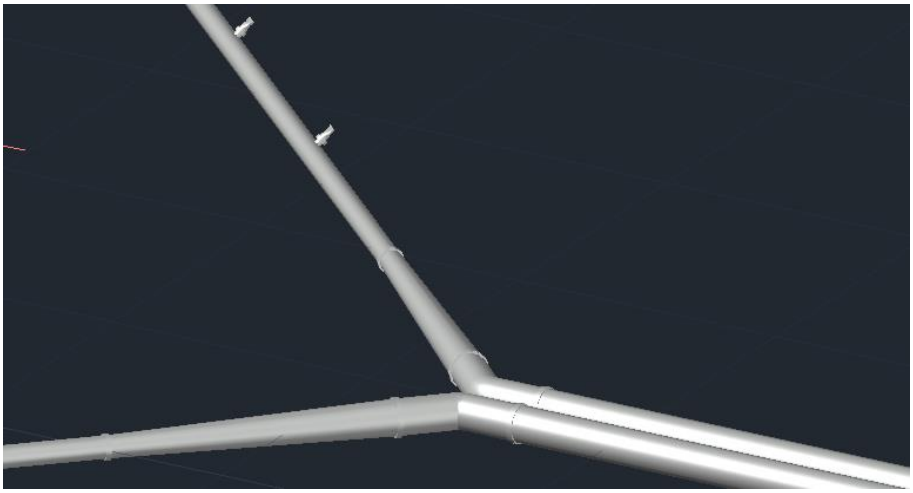
En las siguientes figuras se muestran diferentes aspectos de la conformación de los emisores y los diferentes dispositivos que se implementaron. Los dibujos están hechos en Autocad 3D.

Aspectos del codo y la reducción.



Fuente: Elaboración propia.

Unión de los emisores, codos, reducciones, difusores, risers y boquillas.

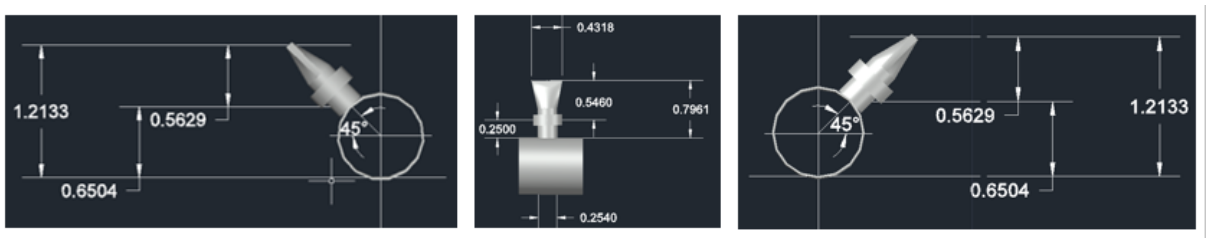


Fuente: Elaboración propia..

Conformación del difusor submarino.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Medidas para el acoplamiento del difusor, riser y la boquilla pico de pato.



Fuente: Elaboración propia para este proyecto con base a los resultados obtenidos.

Diferentes vistas del acoplamiento del difusor, riser y la boquilla pico de pato.

Fuente: Elaboración propia para este proyecto con base a los resultados obtenidos.

Diferentes vistas del acoplamiento riser y la boquilla pico de pato.

Fuente: Elaboración propia.

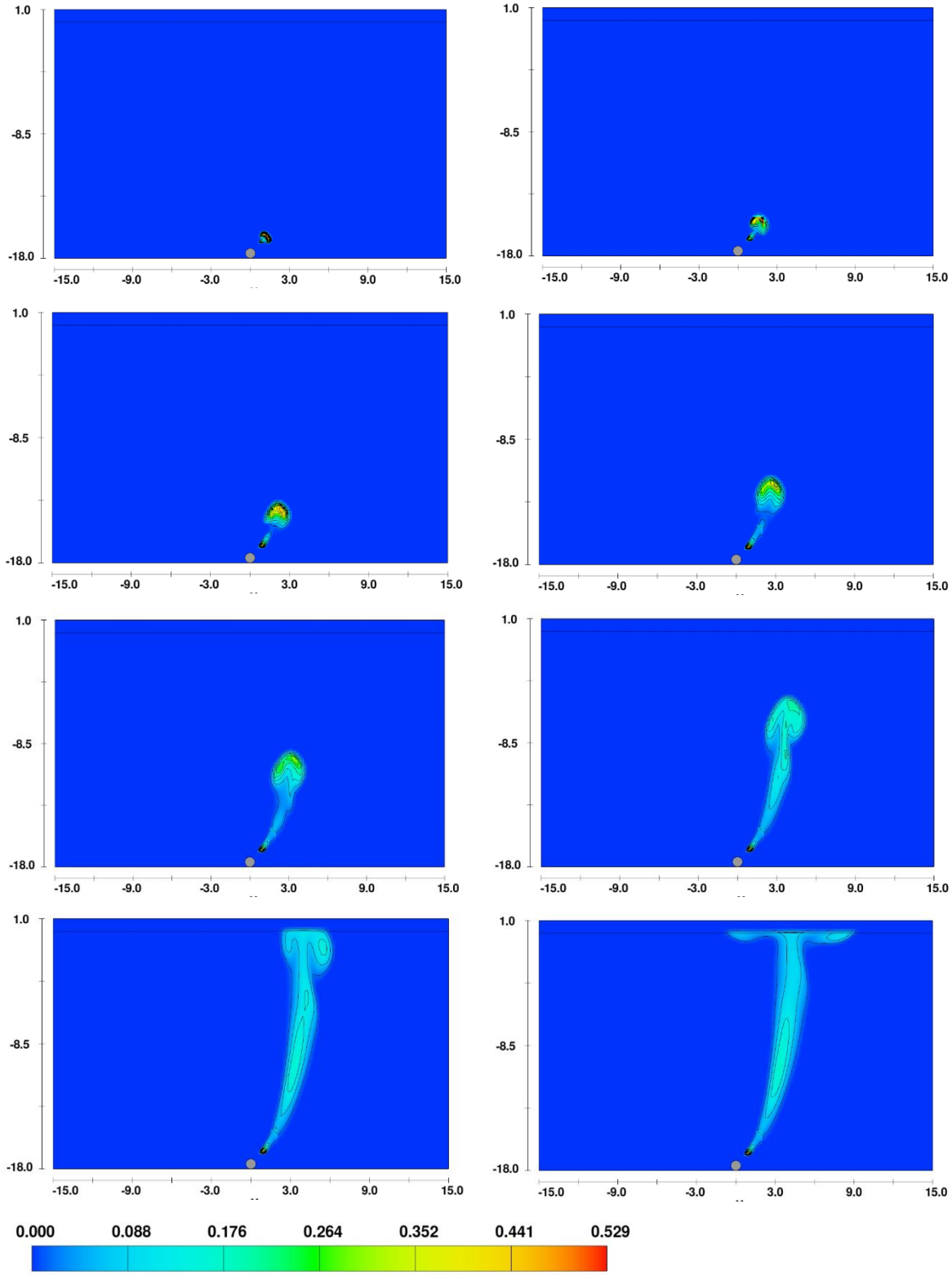
Estudios de dilución inicial.

Para conocer la forma en la que se comportan las plumas de contaminantes que emergen de las boquillas, se procedió a la simulación independiente de cada una de ellas. Se simularon dos gastos, el de Q=976.2 l/s, que correspondería al mínimo actual y el de Q=2,249.50 l/s, que correspondería al gasto medio proyectado al 2047.

En las figuras siguientes se muestran los resultados del comportamiento de la descarga hasta la superficie libre del agua, para Q = 976.2 l/s, se considera un flujo en un medio homogéneo, sin velocidad de la corriente y sin marea.

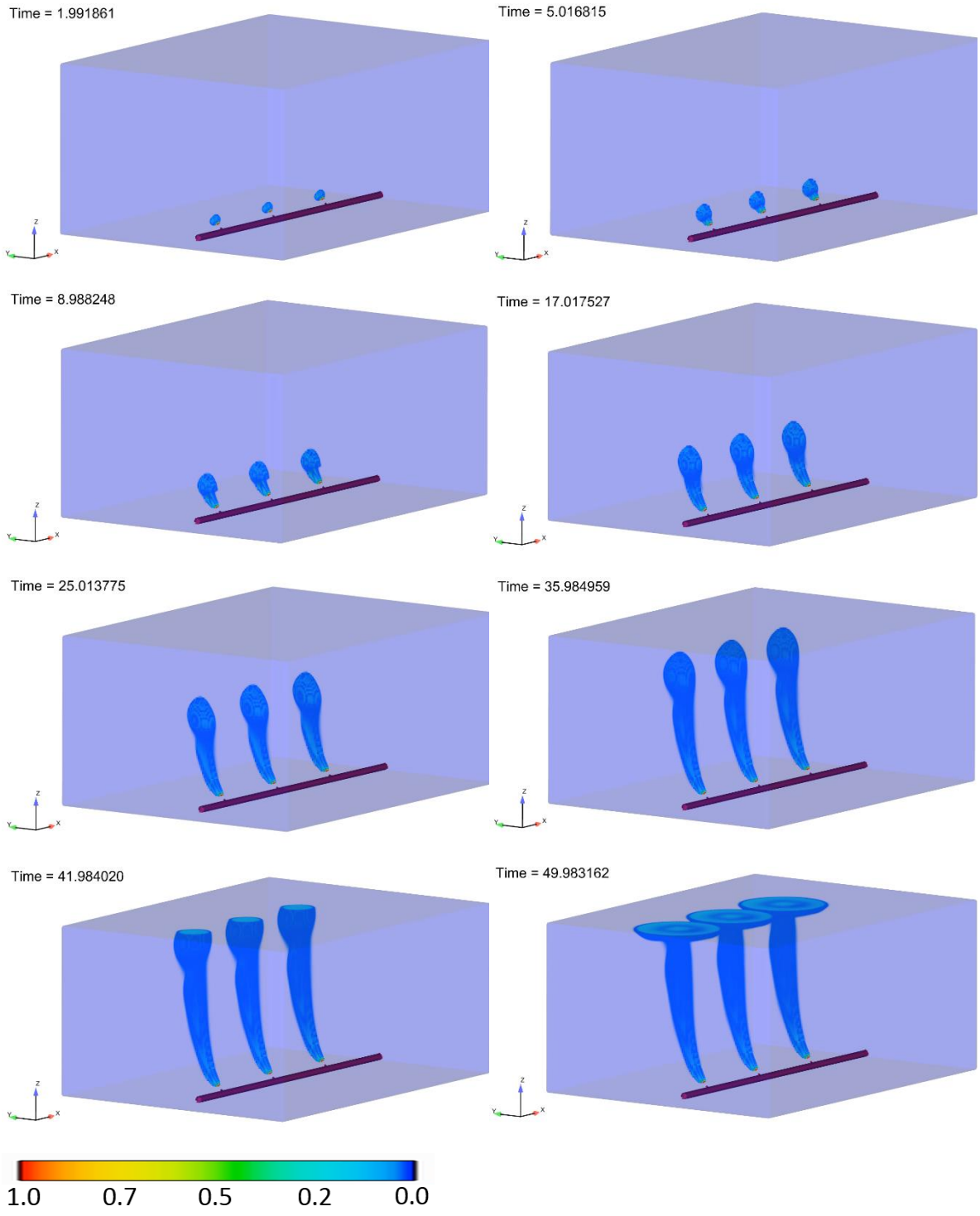
Los estudios de difusión vertical considerando tres descargas; el objetivo de estas simulaciones fue el de verificar que las descargas en un medio homogéneo no interfieren entre si y que cada pluma realiza su trabajo eficientemente. Se muestra la dilución de la pluma en el mismo sistema; según la escala de la derecha, la dilución de la pluma en la vertical alcanza valores de 25%, lo cual se traduce en una disminución de concentraciones hasta del 75% en la columna de agua. Se **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**muestran simulaciones análogas para el gasto de Q=2,249.6 l/s; los conclusiones son muy similares para el caso precedente.

Evolución tridimensional de los jets en la vertical, plan y-z (Q=976.2 l/s).



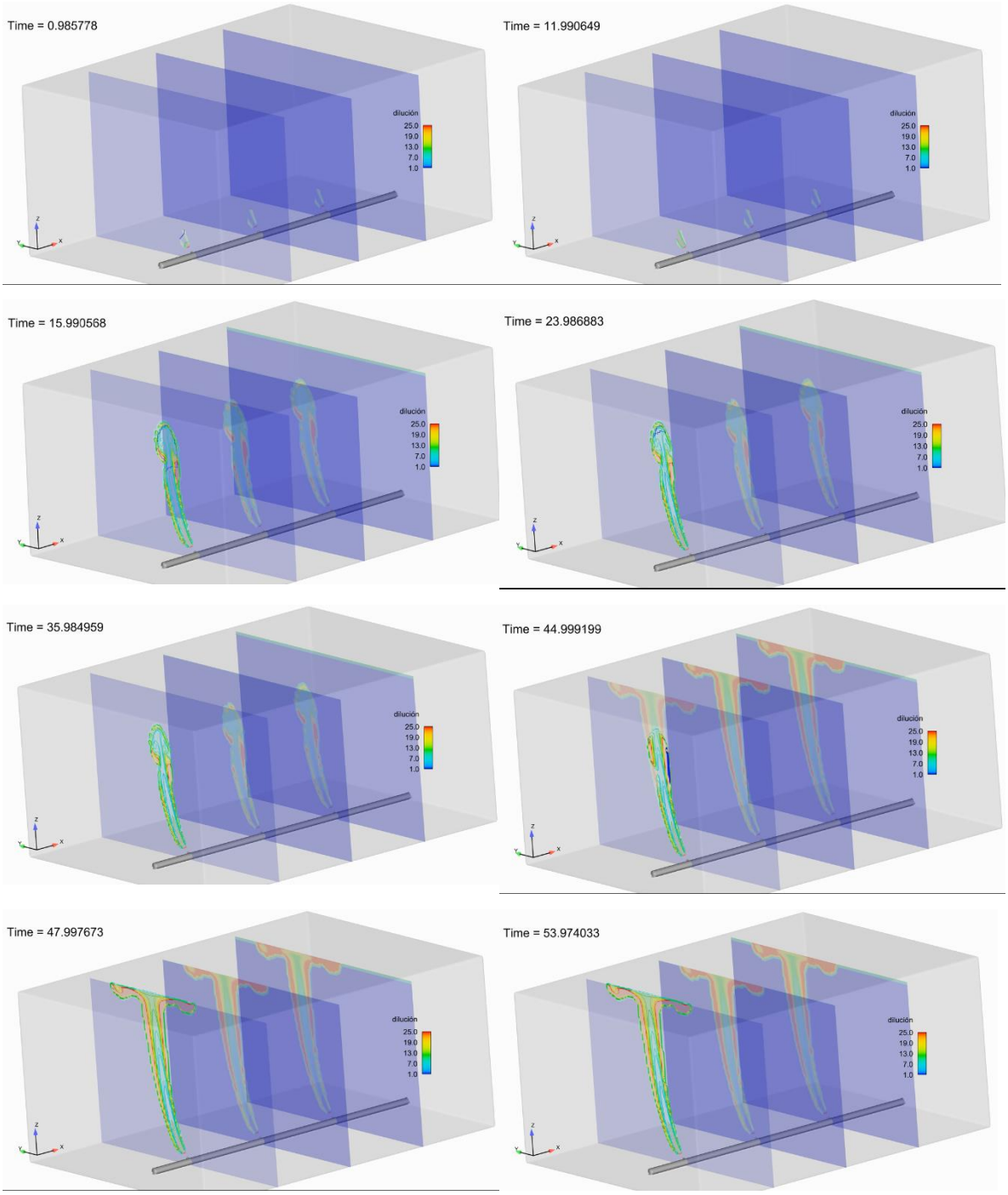
Fuente: Elaboración propia.

Evolución tridimensional de los jets en la vertical (Q=976.2 l/s).



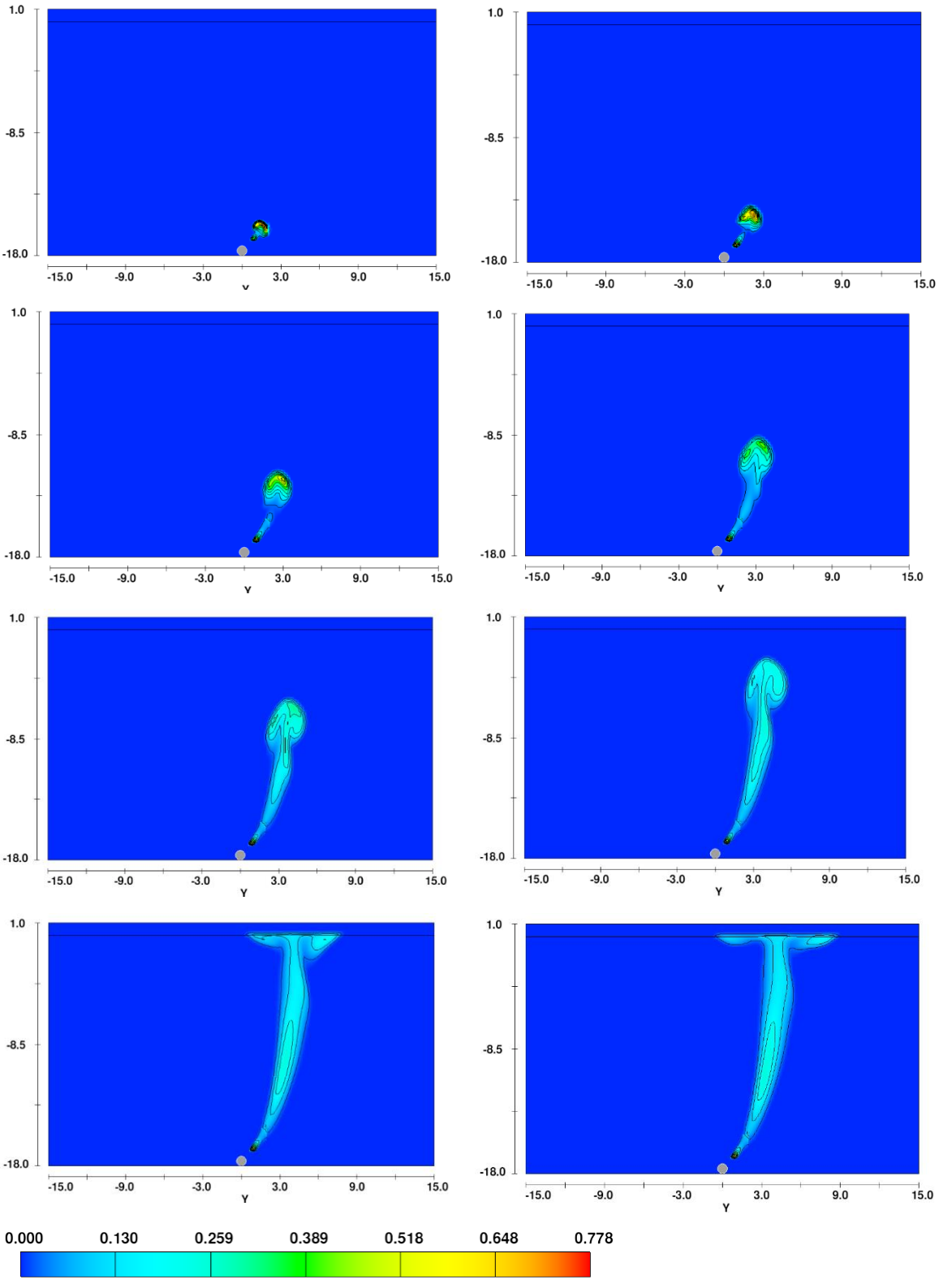
Fuente: Elaboración propia.

Dilución tridimensional de los jets en la vertical (Q=976.2 l/s).

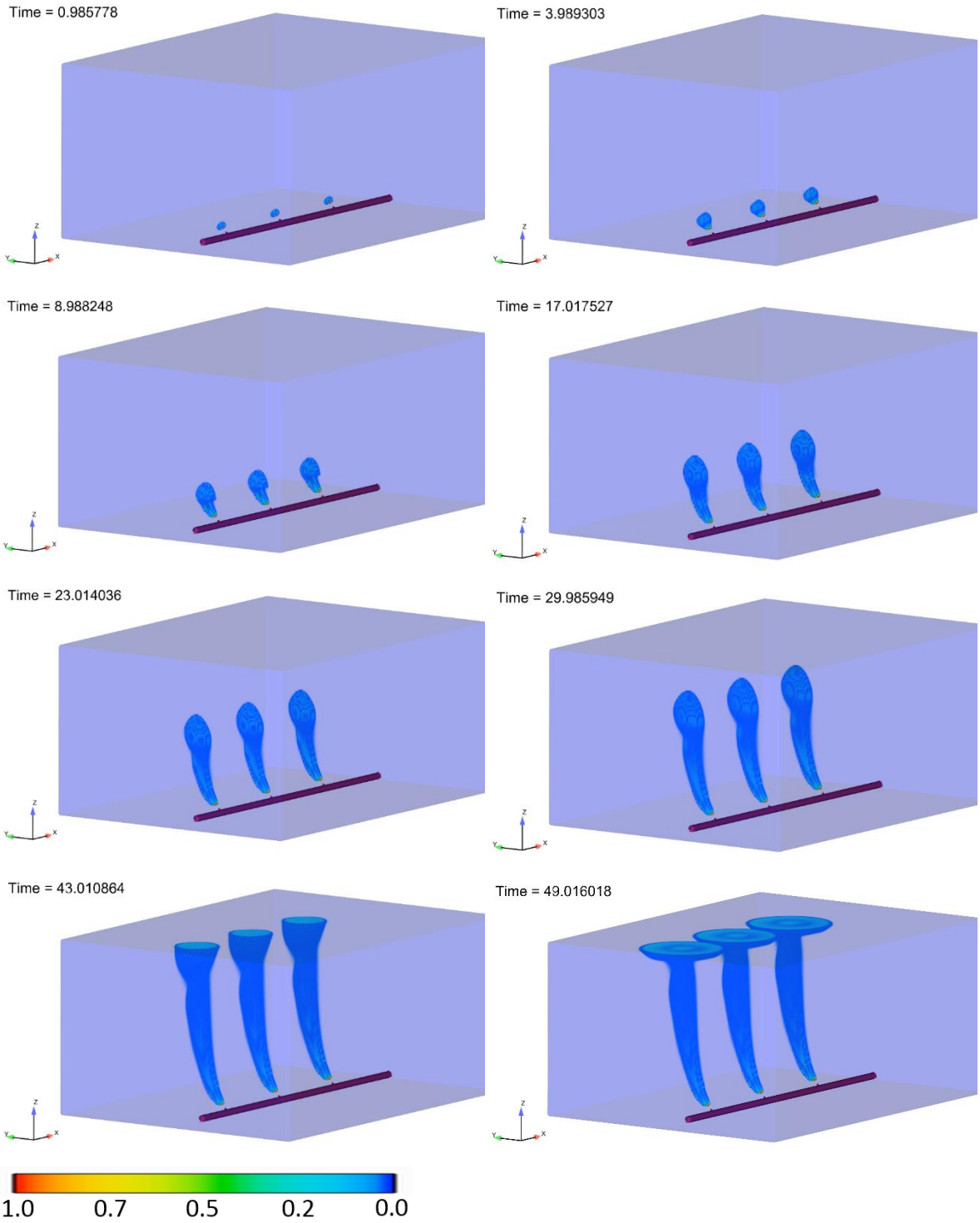


Fuente: Elaboración propia.

Evolución tridimensional de los jets en la vertical, plan y-z (Q=2,249.50 l/s).

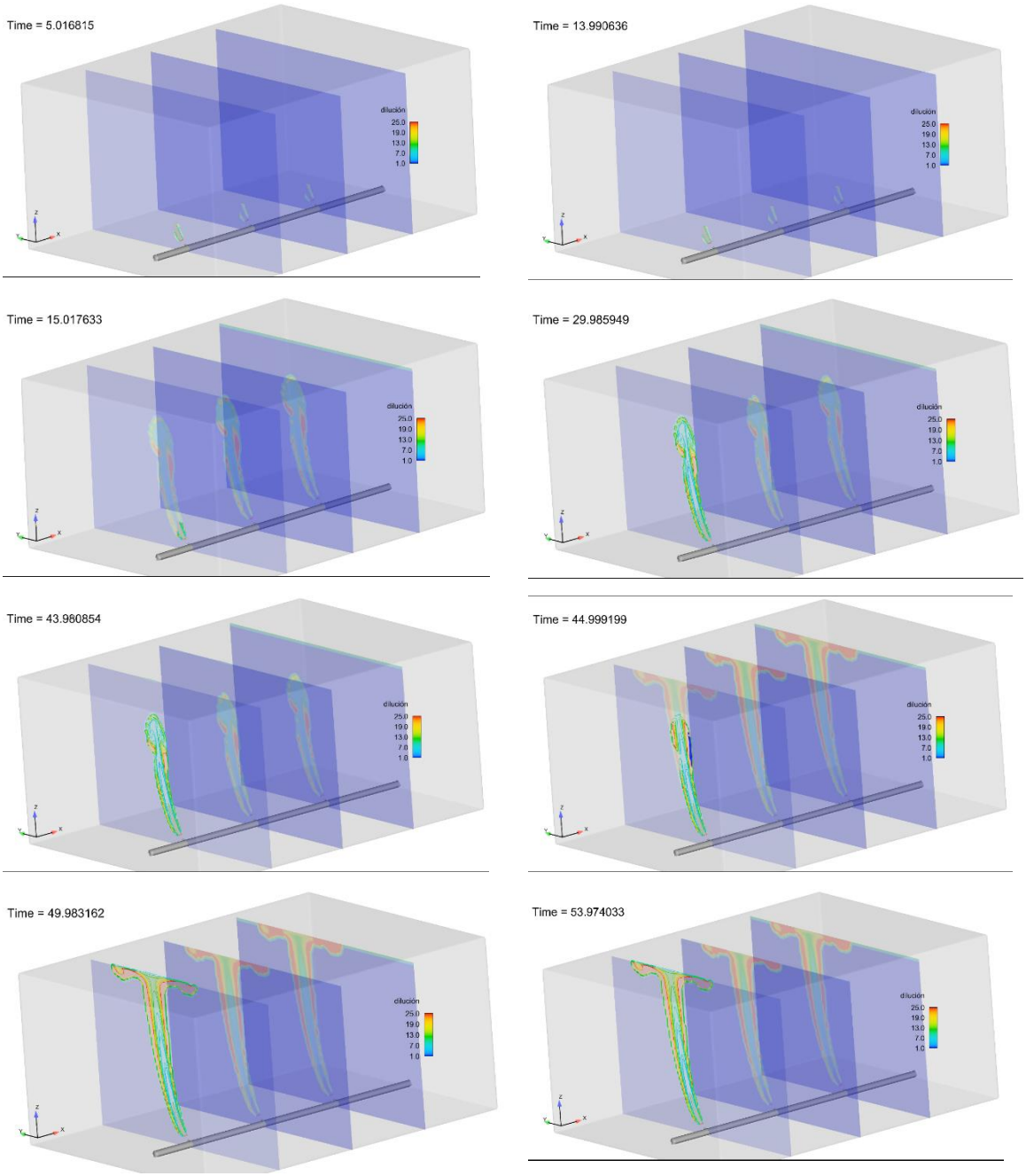


Evolución tridimensional de los jets en la vertical (Q=2,249.50 l/s).



Fuente: Elaboración propia.

Dilución tridimensional de los jets en la vertical (Q=976.2 l/s)



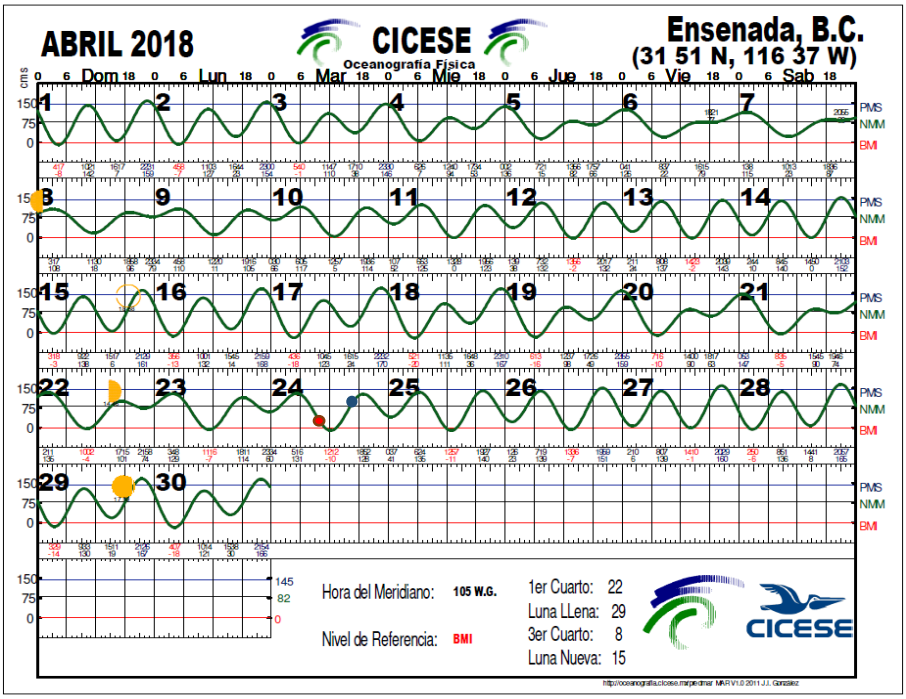
Fuente: Elaboración propia.

Comentarios finales

De los estudios de dilución se deduce que el arreglo diseñado para la conformación de las boquillas en el difusor submarino, realizan un trabajo de difusión y de dilución de los contaminantes eficientemente. En la columna de agua de 18 m se alcanza una dilución mayor al 75%; cabe recordar que se utilizaron condiciones desfavorables para los objetivos del proyecto. Como por ejemplo, se utilizó un contaminante pasivo el cual no sufre degradación al contacto con el mar. El mar y sus propiedades influyen de manera determinante y eficaz en la degradación de algunos contaminantes, notablemente sobre las bacterias fecales. Las bacterias fecales presentan altas tasas de mortalidad en el medio marino debido principalmente a la incidencia de la luz, especialmente la frecuencia ultravioleta, la salinidad, nutrientes e interacciones ecológicas con otras especies.

Finalmente, estos estudios en campo cercano sirven para estimar las condiciones iniciales para los estudios de dispersión en campo lejano, que se presentan en el siguiente capítulo.

Esquema de Marea alta y baja del 24 de abril



Fuente: Elaboración Propia

El resultado con las especificaciones y procedimientos está contenido en el Anexo de resultados, y lo constituye el reporte oficial del laboratorio.

En las siguientes tablas, se presenta un resumen de los valores reportados por el laboratorio, para cada una de las estaciones de monitoreo. Posteriormente en las figuras, se muestran estos valores ubicados en cada una de las estaciones, conforme a la malla de monitoreo.

Primera Campaña

Resumen de resultados del laboratorio de la Línea Base Ambiental.

Identificación	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), mg/l	157.1	ND	7.8	ND	2.7	ND
Oxígeno Disuelto (superficial), mg/l	7.84	6.48	6.9	7.63	7.21	7.08
pH en campo	8.3	8.1	8.4	8.4	8.2	8.1
Eterococos Fecales, NMP/100 ml	>24196	657	9804	ND	839	ND
Solidos Suspendidos Totales (SST), mg/l	185	10.3	20.3	ND	ND	ND
Transparencia, m	NA	2	0	2	2	3
Nitrógeno Total, mg/l	61.135	1.652	4.164	1.824	2.26	1.763
Nitrógeno Total Kjeldhal (NTK), mg/l	60.96	1.61	4.04	1.82	2.25	1.76
Fosforo Total, mg/l	9.838	0.081	0.512	0.041	0.127	0.032
Grasas y Aceites, mg/l	26.8	ND	ND	ND	ND	ND
Clorofila, mg/m^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Analito No Detectado.

Fuente: Elaboración Propia

Resumen de resultados del laboratorio de la Línea Base Ambiental (Continuación).

Identificación	CA7	CA8	CA9	CA10	CA11
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), mg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Oxígeno Disuelto (superficial), mg/l	8.66	7.96	8.29	8.36	6.79
pH en campo	8.5	8.2	8.3	8.5	7.5
Eterococos Fecales, NMP/100 ml	ND	ND	ND	ND	120
Solidos Suspendidos Totales (SST), mg/l	12.7	ND	ND	ND	ND
Transparencia, m	3	4	4	4	2
Nitrógeno Total, mg/l	1.749	1.738	2.11	1.752	1.71
Nitrógeno Total Kjeldhal (NTK), mg/l	1.75	1.73	2.11	1.75	1.7
Fosforo Total, mg/l	0.045	0.036	0.046	0.042	0.06
Grasas y Aceites, mg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Clorofila, mg/m^3	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Analito No Detectado.

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIÓN FINAL

La Principal Conclusión Que Se Desprende De Este Estudio Y Con Base En Las Concentraciones Y Diluciones Presentadas En La Línea Ambiental Tomada Para Este Trabajo, Es Que Se Determina Que La Instalación De Emisor Conjuntamente Con Su Difusor, Como Descarga Subacuática, Será De Utilidad A Solo 350 M Dentro Del Mar, No Obstante Si Se Requiriera De Mayor Longitud A Futura (Por Crecimiento Poblacional) Se Podría Optar Por Llevarlo Hasta La Distancia De Los Dos Kilómetros Mar Adentro Como Se Mostró En El Estudio E Igualmente Hacerlo De Doble Descarga.

3.1.- Ubicación final de emisor con su descarga subacuática.

II.3.2.2 Sitios o trayectorias alternativas.

Como ya se mencionó puntos arriba de las alternativas que se propusieron se tomó para el presente proyecto.

II.3.2.3 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad.

La instalación del emisor con descarga subacuática se llevará a cabo dentro de zona de competencia Federales, debido a que se instalará sobre la ZOFEMATAC (Zona Federal Marítimo Terrestre y ambientes Costeros) e igualmente este emisor ira sobre un depresión y en el lecho marino; la rehabilitación, sustitución, ampliación se realizará dentro del predio donde se ubica actualmente la PTAR por lo que no se utilizara ningún otro sitio para estos trabajos (ver anexos 2, 3 y 5). La ZOFEMATAC fue tomada de los archivos existentes en internet para este rublo de la página de la SEMARNAT.

II.3.2.4 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias.

Para obtener el uso del suelo en sus colindancias se consultó la información cartográfica disponible del INEGI (Síntesis Geográfica de Baja California), en cuanto a cartas de uso de suelo y se realizó la verificación en campo, obteniendo que la vegetación y usos del suelo que existen a lo largo de la zona de los trabajos y en zonas cercanas a ésta son (anexo 2):

- Zona urbana
- Matorral costero
- Vegetación secundaria arbustiva
- Zona costera.

II.3.2.5 Urbanización del área.

El proyecto en su conjunto se encuentra ubicado dentro de terrenos de la Localidad de Tijuana, por lo que únicamente se estará involucrando un municipio que es el de Tijuana. El cuales cuentan en mayor o menor grado, con los servicios de infraestructura y equipamiento urbano como agua potable, drenaje, electricidad, teléfono, telégrafos, clínicas de salud, hospitales, mercados de abasto, etc.

El servicio de manejo y disposición final de residuos sólidos domésticos del municipio es a través de Relleno Sanitario Municipal, aunque desgraciadamente aún existen tiraderos clandestinos.

II.3.2.6 Área natural protegida.

A nivel estatal no se encuentra ninguna área natural protegida

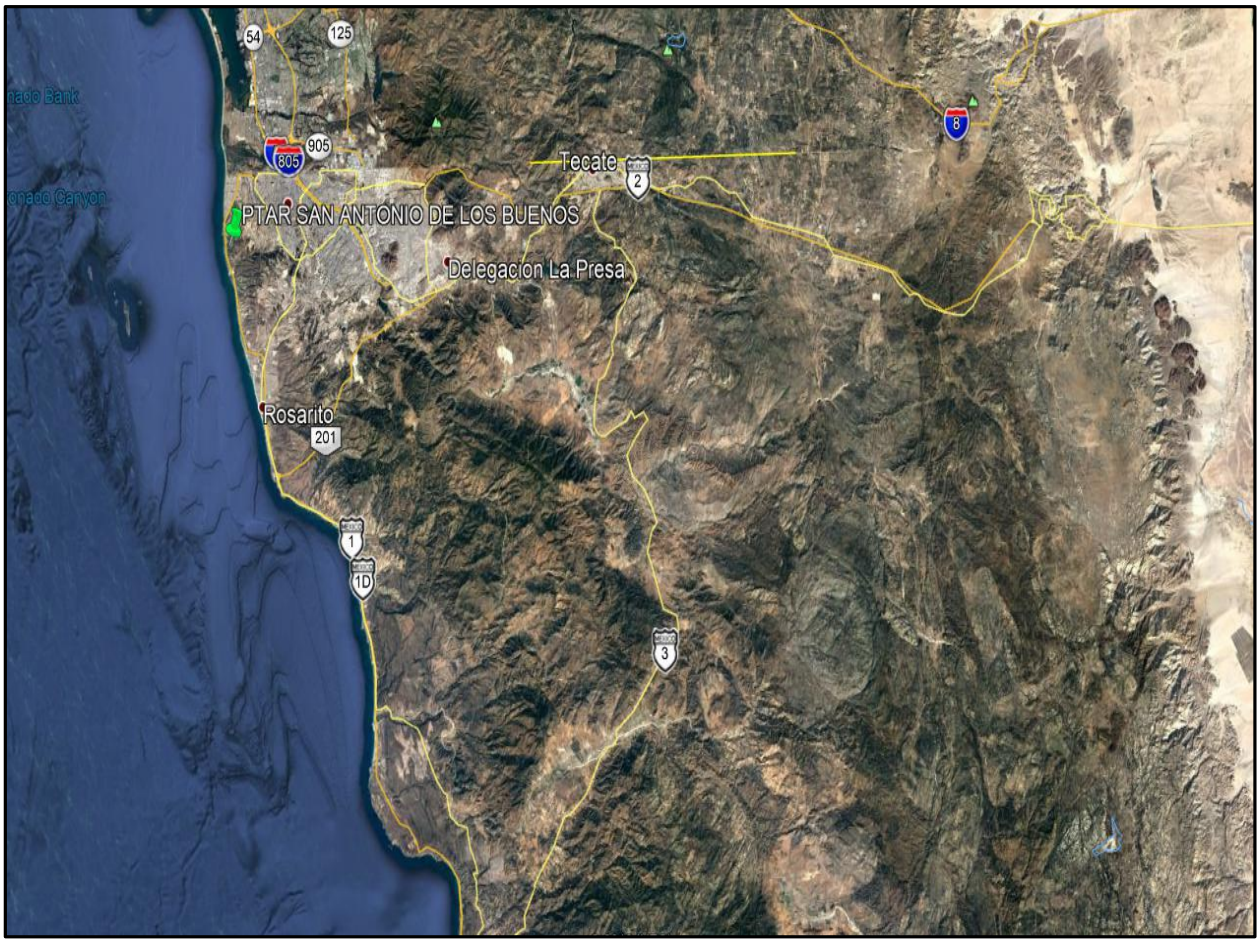


Figura 4.-.No existen ANP a nivel Estatal

A nivel federal el ANP más cercana al área del proyecto es y que está a 15.5 kilómetros es RESERVA DE LA BIOSFERA ISLAS DEL PACÍFICO DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA en específico las Islas Coronado, por lo que la zona del presente proyecto tocara esta ANP es su zona de amortiguamiento marino (la vinculación de esta con el proyecto se verá en el capítulo 3).

Figura 5.- ANP Islas coronado.

II.3.2.7 Otras áreas de atención prioritaria.

El área de estudio se encuentra a 20 km de la RTP Santa María –El descanso.

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Región muy importante botánica y ecológicamente por ubicarse en una de las cinco zonas con clima mediterráneo en el mundo, con un endemismo florístico muy alto. Región definida como prioritaria por constituir uno de los últimos remanentes de matorral costero en la parte norte de Baja California, además de la presencia de los humedales del río Descanso. Posee las mejores poblaciones conocidas de *Polioptila melanura*, endémica del matorral costero en Baja California. Esta RTP tiene como límite las subcuencas Cañón El Descanso y la Ilusión, e incluye los cañones San Carlos y San

Francisquito, la Cañada El Morro y el área que ocupa el matorral rosetófilo costero y remanentes de chaparral.

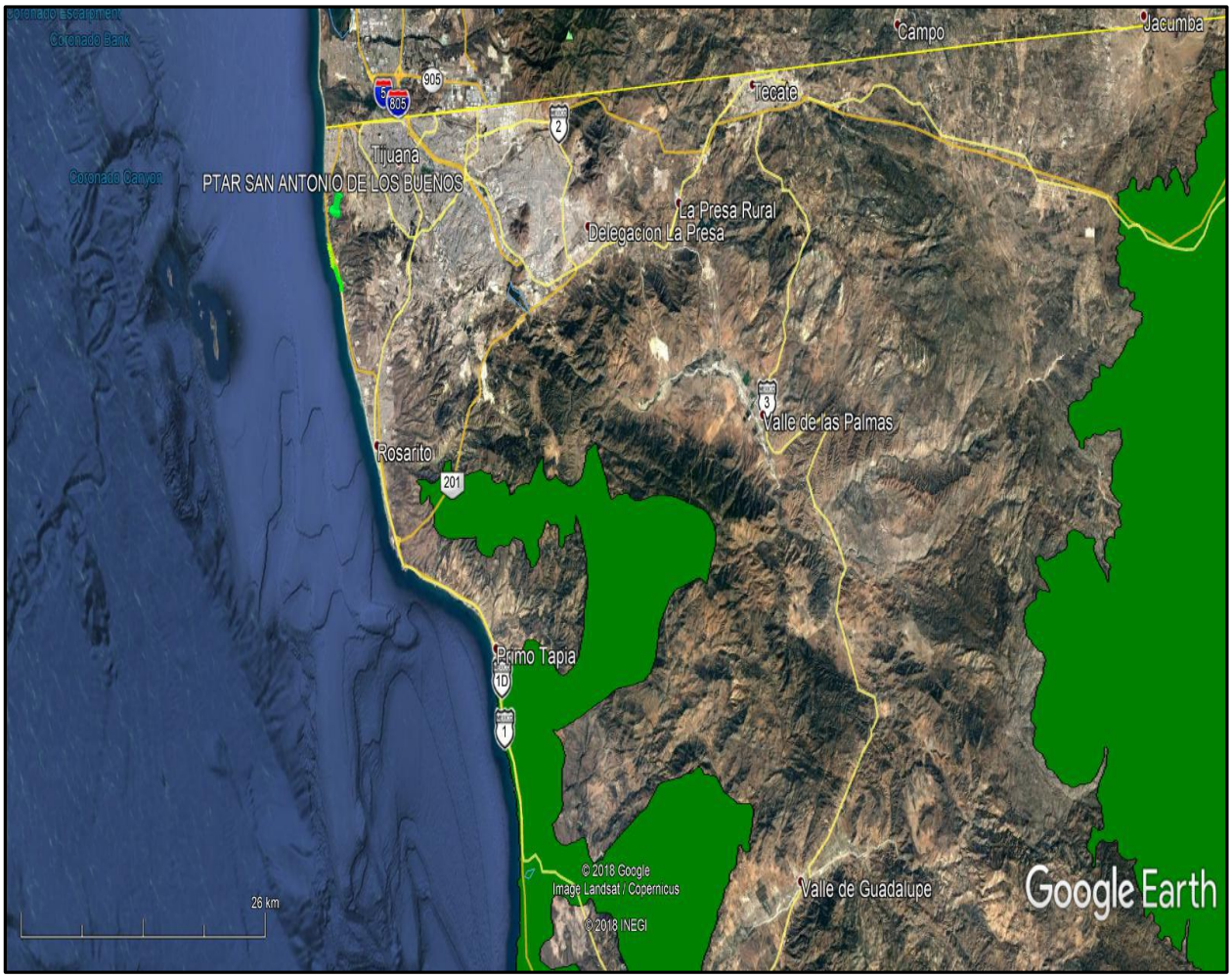


Figura 6.- RTP Santa María – El descanso

Parte de SA como del área de influencia caen dentro de un Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad con una prioridad alta.

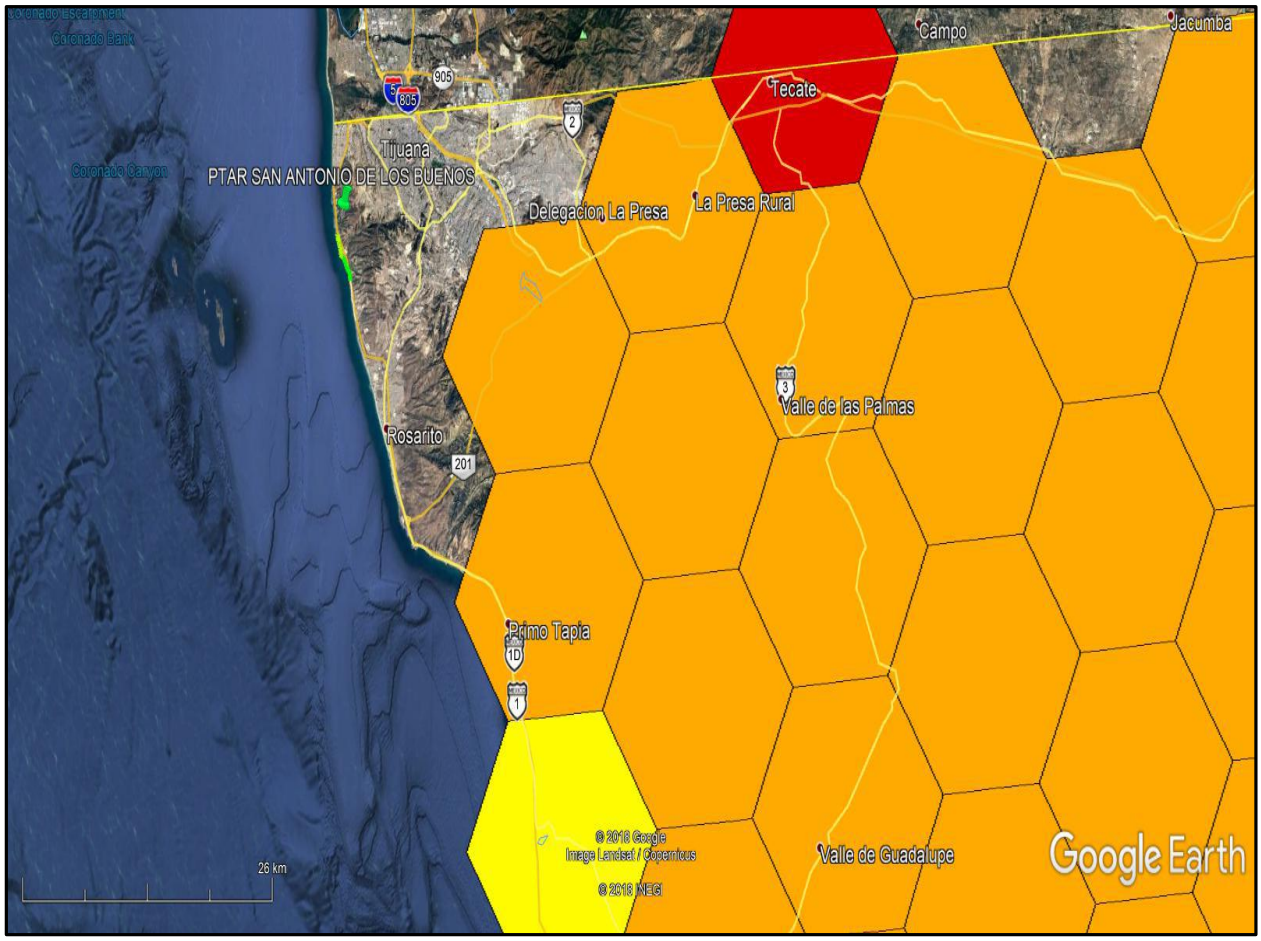


Figura 7- Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad.

REGIÓN MARINA PRIORITARIA ENSENADENSE

Estado(s): Baja California **Extensión**: 27 453 km^2

Polígono Latitud. 32°31'48" a 29°45'36" Longitud. 117°58'12" a 115°42'

Clima: semicálido árido a semiárido; veranos secos con lluvias invernales. Temperatura media anual 12-18° C. Ocurren frentes fríos.

Geología: placa del Pacífico; rocas ígneas y sedimentarias.

Descripción: zona de matorral, dunas costeras, zonas oceánicas, islas, lagunas, bahías, playas, marismas, acantilados

Oceanografía: surgencias estacionales. Predomina la corriente de California. Oleaje alto. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos y arroyos. Ocurre marea roja así como procesos de turbulencia, concentración, retención y enriquecimiento

de nutrientes, transporte de Ekman. Presencia de "El Niño" Oscilación del Sur (ENOS), sólo cuando el fenómeno es muy severo.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos, plantas. Endemismo de peces, invertebrados y plantas (*Agave shawii*, *Aesculus* spp, *Sarcostemma arenaria*, *Adenothamnus validus*, *Ambrosia chenopodifolia*, *Coreopsis maritima*, *Haplopappus arenarius*, *H. berberidis*, *H. palmeri*, *H. venetus*, *Hazardia berberidis*, *H. orwtti*, *Hemizonia greeneana*, *Bergerocactus emoryi*, *Echinocereus maritimus*, *Ferocactus viridescens*, *Lemairocereus thurberi*, *Atriplex julaceae*, *Dudleya ingens*, *Phacelia* spp, *Salvia munzii*, *Lathyrus latifolius*, *Lotus distidus*, *L. watsonii*, *Fraxinus trifoliata*, *Stipa diegoensis*, *Eriogonum fasciculatum*, *E. grande*, *Ceanothus verrucosus*, *Rhamnus insula*, *Cneoridium dumosum*, *Ptelea aptera*, *Ribes tortuosum*, *R. viburnifolium*, *Galvezia juncea*). Zona migratoria de aves y cetáceos.

Aspectos económicos: pesca intensiva tipo artesanal, cooperativas, flotas pesqueras y cultivos. Se explota el abulón (*Haliotis* spp), algas (*Macrocystis* spp), erizo rojo y púrpura (*Strongylocentrotus* spp), langosta (*Panulirus* spp), ostiones, mejillones y peces. Turismo fronterizo de alto impacto y de bajo impacto en partes más sureñas. Gran potencial para el ecoturismo. Existe agricultura, industria, transporte y recursos geotérmicos, petroleros y minerales (fosforita).

Problemática:

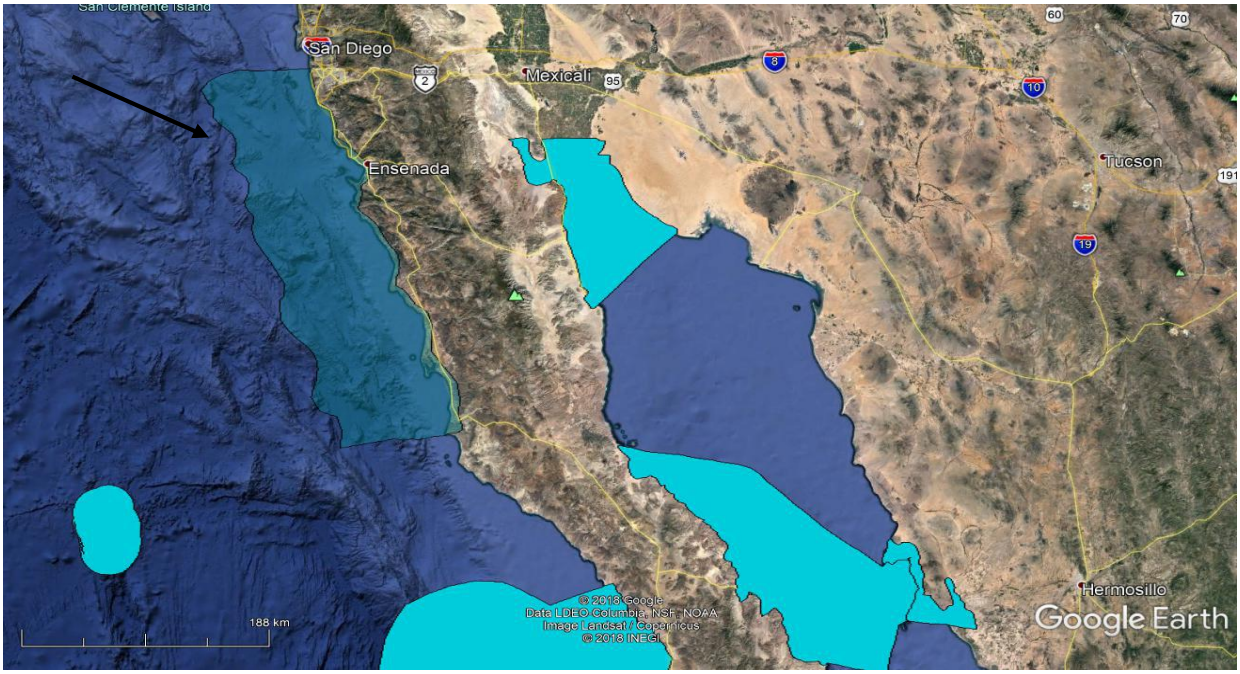
Modificación del entorno: disminución de agua dulce por desforestación, apertura de áreas agrícolas y construcción de caminos. Encauzamiento del río Tijuana.

Contaminación: por aguas residuales (principalmente por descargas de asentamientos humanos irregulares en Tijuana y Ensenada), basura, escurrimientos, pesticidas y fertilizantes (la zona agrícola de San Quintín contaminada por agroquímicos).

Uso de recursos: presión pesquera sobre comunidades vegetales, abulón, almeja y erizo. Dunas y matorrales en riesgo. Pesca ilegal.

Especies introducidas: gatos (*Felis catus*), perros (*Canis familiaris*), matorral (*Bromus rubens*), plantas (*Carpobrotus aequilatens*) y crustáceos (*Crassostea gigas*).
Regulación: falta de esquemas integrales de conservación.

Conservación: se pretende rescatar los parches de matorral costero entre la zona hotelera y la agrícola, considerados en peligro de extinción, los cuales funcionan como corredores para especies migratorias y residentes. El Estero Punta Banda se propone como zona protegida; hay estudios que lo aprueban y se cuenta con el acuerdo político local. San Quintín-El Rosario (dunas El Socorro) es un ecotono entre el clima mediterráneo y el desierto central, se encuentra en buen estado y concentra una gran diversidad de especies; es área de alimentación y estancia invernal de aves. Existe el riesgo de que sea fuertemente alterada por la agricultura. Zona marina de gran importancia para mamíferos marinos. (Ver anexo 3).



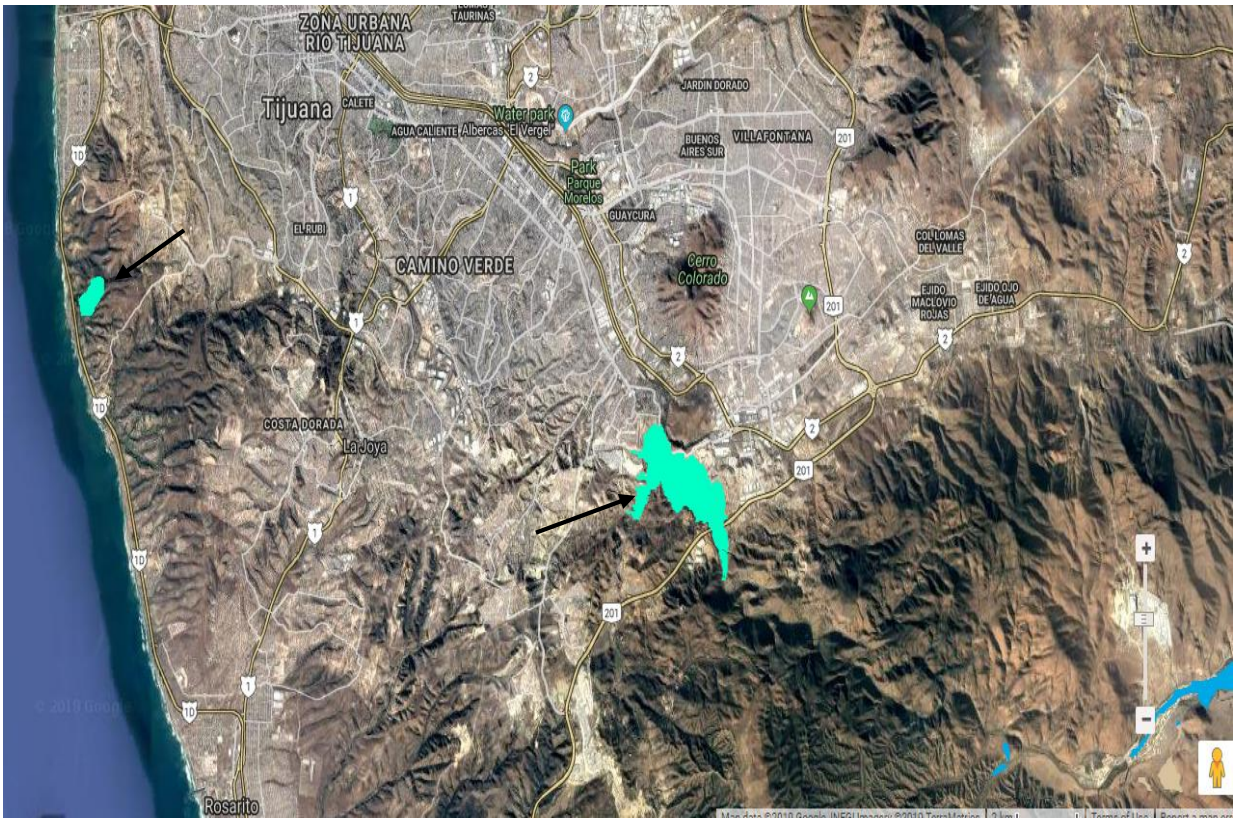
RMP Ensenadense

HUMEDALES

Tipos de humedales

Siguiendo una clasificación jerárquica que considera el tipo de ambiente, hidrología, geomorfología, formas dominantes de vida de la vegetación o la fisiografía y composición del sustrato, Cowardin *et al.* (1979) clasificaron los humedales como marinos, estuarino (submareal e intermareal), ripario (intermareal, perenne e intermitente), lacustre (limnético y litoral) y palustre. Esta clasificación omite manantiales termales o suelos kársticos con flujos subsuperficiales. La clasificación de la Convención Ramsar reconoce, por el tipo de ambiente donde se presentan y la geoforma, tres ambientes generales: *I)* humedales marino/costeros, *II)* Humedales interiores (continentales) y *III)* humedales construidos por el hombre.

Dentro del SA encontramos dos humedales de clase III, que son la PTAR San Antonio y la Presa Abelardo L. Rodríguez.



II.3.3 Preparación del sitio y construcción.

II.3.3.1 Preparación del sitio.

Las obras y actividades que se llevarán a cabo para la construcción, en esta etapa, son las siguientes:

Actividades del proyecto para la preparación del sitio.

Actividad	Información solicitada	Descripción
Ampliación, rehabilitación y sustitución PTAR		
despalme	Ubicación	Las acciones de despalme de cubierta vegetal y corte de 30 cm. de espesor.
	Superficie que se afectara	La superficie que s afectara por el espalme será únicamente de 36 m^2 que se ubican dentro de la PTAR, y 120 m^2 del emisor en su parte terrestre.
	Tipo de vegetación	Se retirará el estrato herbáceo el cual se encuentra conformado por vegetación secundaria y maleza tales como zacate Paral *Panicum* pasto común *barbinode, Paspalum,* Kikuyo *Pennisetum clandestinum,* Estrella africana *Cynodon plectostachyum,* pangola *Digitaria decumbens,* Grama *Paspalum conjugatum* entre otras.
	Técnicas a emplear	Los procedimientos de construcción aplicados a este proyecto deberán cumplir con las especificaciones para construcción e instalación de la CONAGUA. Los materiales a utilizarse durante el desarrollo de esta obra deberán cumplir con las especificaciones generales de calidad de las especificaciones

		editadas en los documentos de licitación de la obra.
	Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-ECOL-2001	Dentro del área de la PTAR no se encuentra ninguna especie de fauna que este dentro de la norma.
Excavaciones, y nivelaciones	Método a emplear	Especificaciones de proyecto.
	Excavaciones	En las zonas de construcción se realizará el despalme de 30 cm. de la capa vegetal y posterior mente se realizará el corte.
	Compactaciones	Con material de banco que cumpla con las especificaciones de la CONAGUA.
	Técnica constructiva.	Las que presenta el proyecto ejecutivo de obra.
	Formas de manejo, traslado y disposición final del material sobrante.	Se depositaran en un banco de tiro autorizado.
Rellenos	Sitios de donde se adquirirá el material.	Se realizaran con material de banco.
Emisor con descarga subacuática		
Excavaciones, nivelaciones y dragado	Método a emplear	Especificaciones de proyecto.
	Excavaciones	Especificaciones de proyecto.

Colocación de tubería	Método a emplear	Especificaciones de proyecto,

a) Trazo y nivelación de los sitios de construcción.

Actividades topográficas de campo y gabinete.

Durante el proceso de la obra, el control de todas las actividades y elementos que la integran, en cuanto a su geometría, sitio y nivelación de los elementos construidos, la determinación y generación de la volumetría ejecutada.

b) Excavaciones.

Desmonte y despalme del terreno en aproximadamente 30 cm. de espesor.

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en la zona, en las zonas de bancos y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con el objetivo de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. El desmonte comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Rosa, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierbas, zacate o residuos de siembra.
- Desenraicé, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

El despalme es la remoción de material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con material orgánica o con depósitos de material no utilizable.

II.3.3.2 Construcción.

En el presente documento se desarrollara el procedimiento constructivo para la ejecución de las diferentes obras que involucran el sistema de agua a construir en la localidad de Tijuana, en el municipio de Baja California, procedimiento que se seguirá de acuerdo a los principales rubros que conforman el presupuesto de obra.

El procedimiento es parte complementaria de las especificaciones técnicas que se han desarrollado para los diferentes conceptos que forman parte del catálogo y que corresponde a las especificaciones técnicas emitidas por la CONAGUA. Tanto el procedimiento constructivo como las especificaciones técnicas servirán para que el Contratista al que se le asigne la ejecución de las obras pueda contar con las herramientas suficientes para el correcto desarrollo de las mismas.

El Contratista, con aprobación de la Contratante, elegirá un lugar adecuado para efectuar instalaciones o campamentos dentro del sitio de la obra, las mismas que comprenderán una oficina para controlar la ejecución e inspección de los trabajos, bodegas para guardar herramientas y materiales, e instalaciones sanitarias provisionales para el personal que labore en la obra. Estas construcciones deberán asegurar condiciones razonables de seguridad, de comodidad e higiene del personal. Como parte de la limpieza final que debe hacer el Contratista previamente a la recepción de la obra, se incluye el desmantelamiento de dichas instalaciones.

Todos los materiales requeridos para la construcción de las obras deberán ser nuevos y los equipos hallarse en buen estado de operación. Así mismo, los trabajos deberán efectuarse por técnicos y obreros entrenados en su oficio y de acuerdo a la práctica, en lo que a mano de obra se refiere.

Los trabajos deberán satisfacer las exigencias mínimas de las normas o reglamentaciones de construcción vigentes en el municipio. Los materiales deberán satisfacer normas y reglamentaciones nacionales.

Preparativos para iniciar la Construcción

Previo a la iniciación de la construcción, se efectuará una reunión en el lugar y fecha convenidos por la contratante, donde deberá participar el personal directivo y técnico involucrado con la obra. En esta reunión se establecerán las relaciones del trabajo, los mecanismos de comunicación entre las partes, las actividades que merezcan una atención especial, los mecanismos de evaluación y control de avance

de las obras, el tipo de documentos que deberá preparar el Contratista durante la realización de los trabajos, tales como planillas, bitácora de obra, planos de construcción, cronogramas e informes de avance y otros que se consideren necesarios.

ATRIBUCIONES DEL CONSTRUCTOR

Servicios e Instalaciones

El Contratista realizará las instalaciones provisionales que se requieran, tales como campamentos, oficinas, bodegas, talleres, baterías de servicios higiénicos y baños, accesos interiores, servicios de energía eléctrica, agua potable, telecomunicaciones, etc.

Las instalaciones provisionales serán desmontables para que el contratista las retire a la terminación de los trabajos. Las instalaciones permanentes serán ejecutadas conforme a las instrucciones de las especificaciones técnicas que forman parte del contrato.

Limpieza del Sitio

El contratista deberá mantener el área de trabajo, instalaciones o servicios libres de toda acumulación de desperdicios o basuras. Al terminarse las obras objeto del contrato y como condición necesaria para la recepción definitiva de los trabajos, el contratista deberá retirar del área del proyecto los equipos de construcción, materiales no utilizados, basuras o desperdicios y todos los objetos de su propiedad que hayan sido utilizados por él durante la ejecución de los trabajos.

Equipos

En todo momento el Contratista deberá emplear equipo, maquinaria, personal y métodos de construcción especificados para la correcta y expedita ejecución de las obras.

Personal del Contratista

El Contratista empleará personal técnico en número suficiente para la ejecución oportuna de las obras. Tendrá la facultad de establecer jornadas extraordinarias, trabajos nocturnos o en días festivos a su conveniencia informando anticipadamente a la supervisión.

Todo el personal a emplearse y especialmente el Superintendente y el Residente de la Obra deberán tener la suficiente experiencia en la ejecución de trabajos semejantes a los que efectuarán en este proyecto.

Materiales

Todos los materiales, instalaciones, suministros y demás elementos que se utilicen en la ejecución del contrato, cumplirán en todo con lo indicado en las especificaciones técnicas.

Los materiales almacenados, aun cuando se hayan aprobado antes de su uso, serán revisados al momento de su utilización, para verificar de conformidad con las especificaciones del fabricante.

Procedimiento Constructivo

Los diferentes rubros de la construcción se efectuarán de manera gradual y progresiva, sin iniciar trabajos que pudieran verse posteriormente afectado por otros inconclusos o que no tengan el soporte o la seguridad adecuada, cuidando que las obras terminadas no se afecten por agentes atmosféricos u otras causas. Se seguirá en todo momento la responsabilidad sobre la buena calidad de los trabajos efectuados.

El contratista tiene la obligación de cuidar las obras encomendadas hasta la recepción final de las mismas, para lo cual deberá proporcionar el personal y las instalaciones adecuadas.

Durante todo el tiempo de ejecución de la obra, el Contratista deberá ofrecer condiciones de seguridad tanto su personal como a los vecinos del lugar; debiendo cumplir con las medidas de mitigación ambiental para el proceso constructivo de la obra.

Es importante mencionar que el empleo de buenos materiales sin un buen procedimiento constructivo originara fallas, lo que ocurrirá también si se emplean procedimientos correctos con materiales inadecuados.

Las etapas de construcción que comprende la obra son: desmonte o deshierbe, limpieza, trazo y nivelación, excavación de zanjas, construcción de estructura, rehabilitación de estructuras, instalación de tubería, relleno de zanjas. A continuación se hace una descripción de cada una de estas etapas.

Limpieza y Trazo

La limpieza consiste como lo indica la palabra, en la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; asimismo en el alcance de este concepto está implícito el trazo y la nivelación en base a bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir.

Por medio de un control topográfico se realizara el trazo del eje de la red de atarjeas y colector en base a los planos, controlando el alineamiento y la profundidad de excavación según los niveles de arrastre que marcan el proyecto ejecutivo.

El trazado consistirá en marcar sobre el terreno las medidas correspondientes al ancho de la excavación de acuerdo al plano del proyecto. Para llevar a cabo este trabajo se requiere de cinta métrica, carretes de hilo de varios metros de largo, estacas de madera, clavos, martillo para clavar las estacas, cal para marcar en el terreno y nivel de manguera para fijar la altura a la que deberá ir el piso interior de la construcción sobre el terreno.

Primeramente se deberá realizar el tendido de hilos haciendo uso de estacas y posteriormente se procederá a marcar el ancho de la excavación que se va a realizar de acuerdo a las dimensiones indicadas en el plano.

Además se deberá realizar la revisión de las cotas del proyecto y verificación del perfil del terreno natural, previo al inicio de las excavaciones, así como la colocación de las marcas necesarias para el mejor control en la instalación de la tubería y mantenerlas durante el proceso de la obra.

Excavación de Zanjas

Consiste en remover y quitar la tierra u otros materiales de acuerdo al proyecto, para alojar la tubería, incluyendo las operaciones necesarias la remoción del material producto de las excavaciones por el tiempo que se la requiera para la instalación satisfactoria de la tubería.

La excavación de la zanja se llevara a acabo a mano y conservando las pendientes y profundidades que marque el proyecto; el fondo de la zanja debe ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de la tubería para lo cual se deberá se deberá realizar una sobre que garantice la estabilidad del fondo de la zanja.

La excavación de zanjas iniciara con el afloje y ruptura del material, con pico y/o pala para poder remover y extraer el material, dejándolo ubicado en los costados de la excavación de tal forma que no cause inconvenientes al tránsito del público.

Se preferirá colocar el material excavado que se utilizara en rellenos a un solo lado de la zanja. Se dejará libre acceso a todos los servicios que requieren facilidades para su operación y control. La capa vegetal removida en forma separada será acumulada y desalojada del área del trabajo.

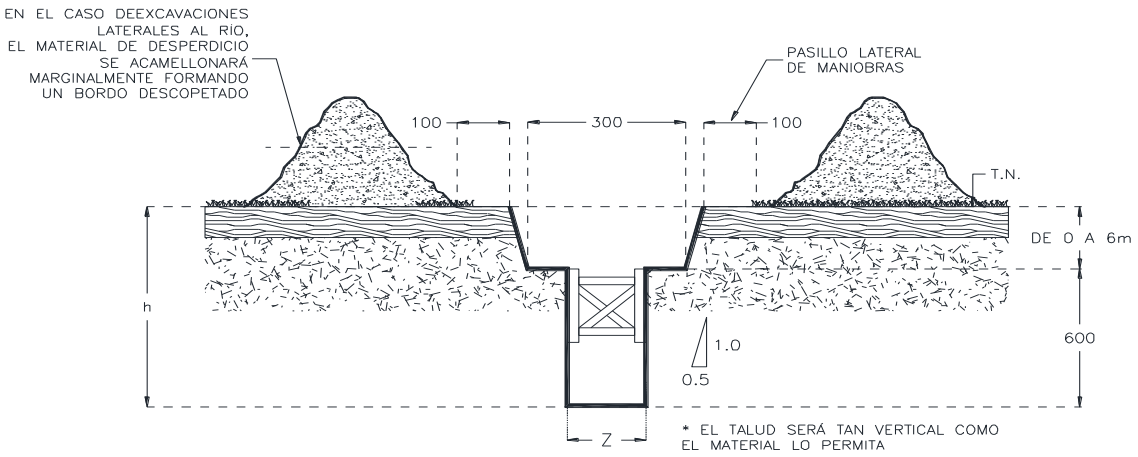
Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos y depositado en un lugar apto para el efecto y con la aprobación de la autoridad municipal.

La forma más común de verificar la profundidad de las zanjas es fabricando niveletas y escantillones, teniendo en cuenta que a la cota de plantilla del proyecto se le deben aumentar 10 cm, de cama, más el espesor del tubo. Cabe mencionar que en este caso como será sobre arena los trabajos no se requerida de cama alguna solo se conformara la arena.

Se colocarán las niveletas a lo largo de la excavación a cada 20 m, posteriormente se tirará un reventón al centro de la zanja y con el escantillón se verificará y afinara el fondo de la zanja para obtener la profundidad necesaria.

Las zanjas excavadas en terrenos inestables exigen un apuntalamiento para evitar hundimientos o el desplome de las paredes laterales. El apuntalamiento consiste en colocar un par de tablas verticales dispuestas sobre los lados opuestos de las zanjas, con dos polines que las fijan.

En el caso de excavaciones laterales al río, el material de desperdicio se acamellonará marginalmente formando un bordo descopetado. El talud será tan vertical como el material lo permita.



En caso de utilizar ademe, las tablas de madera se colocan en contacto con las paredes de la zanja. Para lograr la estabilidad del ademe, se utilizan polines de madera que se colocan transversalmente de un lado a otro de la zanja, y barrotes de madera para transferir la carga ejercida sobre las tablas del revestimiento a los polines.

Una vez concluidas las excavaciones, las superficies de estas deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de ellas no sobresalga más de lo que indique el proyecto. El fondo de la excavación deberá afinarse minuciosamente para que la tubería que se instale sobre el mismo, quede a la profundidad y con la pendiente señalada en el proyecto. El afine y limpieza del fondo de la excavación, se deberá realizar poco antes de la colocación de la tubería.

Instalación de Tuberías

Es el conjunto de operaciones que deben ejecutar el constructor para poner en forma definitiva la tubería. Los tubos del emisor serán de polietileno de alta densidad (PAD) de 10 “de diámetro y provistos de un sistema de empate de termo fusión adecuado para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua. Esta tubería tendrá en la parte que ira sobre el lecho marino durmientes de concreto que aran que l tubo llegue afondo y tendrán características que los haga amigables con el medio marino.

La colocación, instalación, junteo, accesorios, tipo y diámetro del tubo, así como las especificaciones de construcción y la resistencia de los materiales a utilizar, serán los que se especifican en los planos ejecutivos del proyecto.

Cuando se interrumpa la instalación deben colocarse tapones en los extremos ya instalados, para evitar la entrada de agentes extraños a las tuberías como puede ser agua, tierra, basura entre otros.

Relleno de Zanjas

El relleno de zanjas se debe llevar a cabo considerando las recomendaciones del fabricante de la tubería, siguiendo los cuidados para efectuar con seguridad la prueba de hermeticidad NOM–CONAGUA-001 vigente.

El relleno deberá realizarse tan pronto como sea instalada y probada la tubería. De esta manera se disminuye el riesgo de que la tubería sufra algún desperfecto.

Una vez que se realizó la instalación de la tubería colocada en la zanja, se procederá a un correcto acostillado (relleno lateral) a todo lo largo del tubo con la arena de excavación.

II.3.4 Operación y mantenimiento.

II.3.4.1 Programa de operación.

Actualmente existe un programa de mantenimiento el cual está a cargo de los sistemas de agua potable y alcantarillado ya que se cuenta con infraestructura existente dentro de la zona de los trabajos.

II.3.4.2 Programa de mantenimiento.

Las actividades prioritarias de mantenimiento que se realizan son las siguientes:

Actividad	Rutina Anual											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de línea												
Limpieza y desazolve del sistema de saneamiento			■			■			■			■

El mantenimiento será necesario después del año de operación

II.4. Requerimiento de personal e insumos.

II.4.1 Personal.

En la siguiente tabla se indica la demanda de mano que se estima se requiera para la ejecución de los trabajos, este será de acuerdo a los requerimientos de la

empresa ganadora de la licitación pero generalmente para este tipo de obras durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la plantilla de trabajadores puede estar conformada por:

Puesto	Cantidad
Superintendente de obra	1
Residente de obra	1
sobrestante	1
Operadores compactador neumático.	4
Operador camión pipa.	2
Maestros (Albañiles, Fierreros, Carpinteros)	5
Oficiales Albañiles (Albañiles, Fierreros, Carpinteros)	5
Ayudantes en general	30
Operador de retro excavadora.	1
Operador de barco	1
Operador de grúa en barco	1
Tripulación de barco	10
Operador de camión de volteo.	3
Buzos	4
Laboratorista.	1
Ayudante de laboratorista.	1
Bandereros.	2
Topógrafos	1
Cadeneros.	1
Jefe administrativo.	1

Secretaria	1
Velador	2
Chofer	1

El número de trabajadores por cada categoría se define según el frente de trabajo y el tipo de trabajos a realizar en ese frente. El número de plantillas será determinado por la empresa constructora basándose en el número de frentes de trabajo que se instalen, lo cual depende del flujo de dinero que se tenga y el tiempo en que se proyecta la realización de la obra.

II.4.2 Insumos.

II.4.2.1 Recursos naturales renovables.

Para este proyecto no se contempla el aprovechamiento de ningún recurso natural renovable.

II.4.2.2 Agua.

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Consumo excepcional o periódico			
		Volumen	Origen	Volumen	Origen	Periodo	Duración
Preparación del sitio y construcción	Cruda [a]	10000 lts	Pipa				
	Tratada	N.R.					
	Potable	100 lts., semanarios					

[a] Este volumen variará según la precipitación pluvial que exista en el período de construcción; ya que a mayor lluvia será necesaria menos agua para los trabajos.

[b] Oficina y campamentos, volumen será con base en el número de trabajadores en la obra.

N.R. No se requiere.

II.4.2.3 Materiales y sustancias.

a) Banco de materiales

BANCO DE MATERIALES

Podemos definir a los bancos de materiales como excavaciones a cielo abierto y que son destinadas para extraer el material aprovechable de la zona, para explotarlas en beneficio de la formación de diversas capas del pavimento de una calle, camino, autopista etc., los bancos también sirven para relleno de excavaciones.

Los bancos de materiales son por lo general los más cercanos, con características aceptables a la obra y siempre deberán contar con los permisos de autorización de SEMARNAT o la dependencia de gobierno estatal que lo regule.

SCT

CENTRO SCT BAJA CALIFORNIA
UNIDAD GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
INVENTARIO DE BANCOS DE MATERIALES 2017

BC/04

CARRETERA: **MEXICALI-TIJUANA**

BCO. NUM.	NOMBRE	KILOMETRO	DESVIACION	FECHA ESTUDIO	FECHA DE ACT.	TIPO PROP.	TIPO MATERIAL	TRATA-MIENTO	VOLUMEN X 1000 m^3	ESPESOR DESPALME (m)	USOS PROB.	USO EXPL.	RESTRICC. ECOLOG.	ASPEC. ECONOM.
1	EL PROGRESO 32°33´46" N; 115°36´45" O	7+500	I 04000	jul-95	nov-17	EJID.	CONG.	TPC.	200	0.2	2, 5, 7	NR.	CONSIDER.	ACEP.
105	HERIBERTO JARA 32°33´34" N; 115°37´29" O	8+000	I. 06000	jul-15	nov-17	EJID	CONG	TPC	150	0.2	2, 5, 7	NR.	CONSIDER.	ACEP.
5	EMILIANO ZAPATA 32°34´24" N; 115°28´49" O	10+800	I 06000	jul-92	nov-17	EJID.	CONG.	TPC.	4000	0.2	2, 5, 8	NR.	NE.	ACEP.
2	EL CENTINELA 32°35´03" N; 115°43´26" O	21+000	D 00300	jul-95	nov-17	EJID.	CONG.	TPC.	200	0.2	2-5-7-8	NR.	NE.	REC.
63	CUESTA 2 32°29´27" N; 116°43´39" O	148+400	D 01000	sep-09	nov-17	PART.	CONG.	TPC.	120	0.2	5, 10	NR.	NE.	ACEPT.
71	ROTTER 32°28´46" N; 116°45´12" O	150+000	D 00200	feb-10	nov-17	PART	CONG	TPC	650	0.2	6, 7, 8	NR	NE	CONVE
6	EL CARRICITO 2 32°27´19" N; 116°45´26" O	150+100	I 00800	jul-95	nov-17	PART.	CONG.	TPC.	300	0	1-2-5-6-7-8-10	NR.	CONSIDER.	CONVE.
51	LA ENCANTADA 32°26´13" N; 116°52´34" O	161+000	I 01000	mar-02	nov-17	PART.	CONG.	TPC.	100	0.4	2-5-6-10	NR	NE.	ACEP.
CARRETERA: **TIJUANA – ENSENADA**														
106	ROSARITO 32°18´54" N; 116°58´56" O	33+000	I.03500	dic-15	nov-17	PART	CONG.	TPC	300	0.2	6,10	NR	P	CONVE.
28	EL MORRO 32°16´27" N; 116°58´574" O	38+600	I 00700	feb-99	nov-17	PART.	CONG.	TPC.	1000	0	1-2-5-6-7-8-10	NR.	NE.	CONVE.
29	LA POSTA 32°11´49" N; 116°52´35" O	49+700	I 06000	feb-90	nov-17	EJID.	CONG.	TPC.	50	0	1-2-5-7-8-10	NR.	NE.	CONVE.
92	LA SALINA 31°59´00" N; 116°45´43" O	63+000	D14000	oct-12	nov-17	PART	VOL	TTC	140	0.2	1,2,5,6,10	NR	NE	REC.
96	SANTA ROSA 31°59´58" N; 116°44´45" O	82+000	I 05000	jun-13	nov-17	PART	CONG	TTC	1 800	0.15	1-2-5-6-10	NR	P	REC
99	SALDAMANDO 32°54´25" N; 116°44´31" O	95+000	D 03000	jun-14	nov-17	PAR	VOL	TT	20	0.2	2, 9, 11	NR	NE	CONVE.

NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS UTILIZADAS:

- *FECHA DE ACTUALIZACION* (FECHA DE ACT.)
- *TIPO DE PROPIEDAD*
FED.- FEDERAL
EST.- ESTATAL
MPL.- MUNICIPAL
PART.- PARTICULAR
COM.- COMUNAL
EJID.- EJIDAL

- *TIPO DE MATERIAL*
CONG.- CONGLOMERADO
VOLC.- VOLCANICO

- *USO DE EXPLOSIVOS*
NR.- NO REQUIERE
ACEP.- ACEPTABLE
SR.- SIN RESTRICCIONES

- *TRATAMIENTO*
NR.- NO REQUIERE
D.- DISGREGACION
C.- CRIBADO
TP.- TRITURACION PARCIAL
TT.- TRITURACION TOTAL
L.- LAVADO
TPC.- TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO
TTC.- TRITURACION TOTAL Y CRIBADO
CL.- CRIBADO Y LAVADO
TPL.- TRITURACION PARCIAL Y LAVADO
TTL.- TRITURACION TOTAL Y LAVADO
TPCL.- TRITURACION PARCIAL, CRIBADO Y LAVADO
EA.- ESTABILIZACION CON ASFALTO
ECP.- ESTABILIZACION CON CEMENTO PORTLAND

- *USOS PROBABLES*
1.- REVESTIMIENTO
2.- SUB-BASE
3.- SUB-BALASTO
4.- BALASTO
5.- BASE
6.- CONCRETO ASFALTICO
7.- MEZCLA ASFALTICA EN EL LUGAR
8.- SELLO
9.- MAMPOSTERIA
10.- CONCRETO HIDRAULICO
11.- ESCOLLERAS

- *RESTRICIONES ECOLOGICAS*
NE.- NO EXISTEN
P.- POSIBLES
CONSIDER.- CONSIDERABLES
MPOR.- IMPORTANTES

- *ASPECTOS ECONOMICOS*
REC.- RECOMENDABLE
CONVE.- CONVENIENTE
ACEP.- ACEPTABLE
NO REC.- NO RECOMENDABLE

Bancos de materiales cercanos a la zona de los trabajos

b) Sustancias.

Sustancias peligrosas.

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS[1]	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte
Gasolina y Diésel	Mezcla de Hidrocarburos	8006 -61-9	Líquido.	Tambos 100 lt. Tanque de vehículos.	Preparación y construcción	N.D.	N.D

N.D. No determinado.

Características CRETIB[2]						IDLH[3]	TLV[4]	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
C	R	E	T	I	B				
				X		ND	TLV $_{8\ hrs}$ 300 ppm TLV $_{15\ min}$ 500 ppm	Combustible para vehículos automotores	No existe material sobrante
				X		ND	TLV $_{8\ hrs}$ 300 ppm TLV $_{15\ min}$ 500 ppm	Combustible para vehículos automotores	No existe material sobrante

1. CAS: Chemical Abstract Service.
2. CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-infeccioso.
3. Marcar la celda cuando corresponda al proyecto.
4. Marcar la celda cuando corresponda al proyecto. Si se emplean sustancias tóxicas se deberá llenar la siguiente tabla.
5. IDLH Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health.
6. TLV Valor límite de umbral (Threshold Limit Value).

Sustancias explosivas.

Se debe tener cuidado en el almacenamiento de los combustibles que en este caso de la gasolina la cual a temperatura ambiente es muy volátil.

II.4.2.4 Energía y combustibles.

a) Energía eléctrica.

Los requerimientos de energía serán de aproximadamente 10,000 Kw., o se emplearán plantas de luz de la compañía constructora.

b) Combustibles.

Se emplearán aproximadamente 10,000 L de gasolina y diésel,(para toda la obra) los cuáles se adquirirán de la Estación de Servicio más cercana.

II.4.2.5 Maquinaria y equipo.

Preparación del sitio y construcción. Se prevé la utilización de equipo propiedad de la empresa constructora ganadora, en su momento, de la licitación. A continuación se enlista un ejemplo del equipo y maquinaria que se pudiera utilizar en la preparación del sitio y construcción de la obra, sin embargo este listado no es limitativo y puede variar según las necesidades de la obra.

Equipo	Potencia o capacidad
1 Barco	ND
2 Retroexcavadora de 3 1/2	220 Hp
5 Planta electrógena 520 KW, 752 H.P.	752 Hp
10 Camión de Volteo de 7.0 m^3	600 Hp
5 Vibrador para concreto	4 Hp
2 Camión pipa	10,000 L
1 Moto-conformadora	220 Hp
1 Revolvedora manual	220 Hp

Herramientas manuales varias (pico, pala, macetas, cinceles, cucharas, metro, clavo, madera, hilos, serrucho, botes,	

La característica común de la maquinaria es que es impulsada por motores de combustión interna a partir de gasolina o diésel.

II.5. Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones.

II.5.1 Etapa de preparación del sitio y construcción.

Emisiones a la atmósfera	En la fase de obras y con motivo de los movimientos de tierra, transporte de materiales y explotación de canteras se produce un aumento en la emisión de partículas en suspensión y sedimentables, así como los contaminantes que generaran el uso de la maquinaría en la etapa de contracción. Cabe destacar que estos aumentos, están muy localizados temporalmente. Además, la generación de polvos y partículas no implicará mayor afectación a la población ya que éstos serán de baja intensidad, temporales e intermitentes; sin embargo para reducir su generación, se deberá procurar humedecer con agua en suelo antes de iniciar las actividades (excavaciones, compactaciones, etc.).
Emisiones de ruido.	Durante la fase de construcción, ampliación, sustitución e instalación se producen incrementos de nivel sonoro debido a excavaciones es de carácter puntual; por otra parte existirá un incremento sonoro de tipo continuo debido a la utilización de maquinaria pesada y por el incremento de tráfico rodado de camiones para transporte de materiales. La generación de estos ruidos es propia de trabajos de esta índole y su duración será de corto plazo, sólo mientras dure esta etapa. Dicho ruido no implicaría afectación a la población humana, ya

	que será temporal e intermitente, además de que habrá grandes posibilidades de que el medio diluya y/o absorba su difusión.
Descargas de aguas residuales.	Tanto en la preparación del sitio y construcción de la obra se generara únicamente de tipo sanitario por lo que se tendrán que instalar WC. Portátiles para el uso de los trabajadores durante los trabajos en campo.
Residuos sólidos de materiales.	El constructor deberá ponerse en contacto con las autoridades municipales correspondientes para definir, de acuerdo a la ubicación, al volumen y al tipo de residuo, el sitio idóneo para la disposición de los residuos de obra.
Residuos sólidos domésticos	Este tipo de residuos (resto de comida, envolturas de comida, papel, latas, plásticos, etc.) generado dentro del campamento deberá ser depositado en tambos y retirado periódicamente del área y llevado a disposición en sitios señalados por las autoridades del municipio. Los residuos producto de los servicios sanitarios portátiles serán retirados del sitio por la empresa responsable de este servicio, y llevados a tratamiento o disposición según lo tenga ella autorizado por la autoridad competente. No estará permitida la quema de residuos ni el vertido a cielo abierto
Residuos peligrosos.	El mantenimiento de la maquinaria y el equipo generará residuos peligrosos como estopas, trapos, botes con aceite y aceite quemado resultado del cambio de este en los vehículos utilizados, los cuales deberán ser manejados de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.

No.	**Tipo de contaminante**	**Cantidad Kg/unidad**
Equipo de combustión		

1	PST	0.75
2	SO2	1.50
3	Nox	21.00
4	HC	2.10
5	CO	12.70

Medidas de seguridad.

En cuanto al personal que labore en la obra, la empresa constructora deberá de proveer los sistemas, programas de operación y mantenimiento, cursos de capacitación y equipos personales necesarios para que desempeñen su labor conforme a las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad e Higiene de la Secretaria del Trabajo y Prevención Social. Tal previsión se encontrará dentro de las condicionantes del contrato de obra signado.

Dichas Normas son las siguientes:

- NOM-001-STPS-2008. Edificio, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad - Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-006-STPS-2000. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para la estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo.
- NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo en donde se genere ruido.

- NOM-017-STPS-2008. Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2008. Electricidad estática en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-024-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo en donde se generen vibraciones.
- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008. Condiciones y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-034-SCT-2009, Equipo mínimo de seguridad, comunicación y navegación para embarcaciones nacionales, hasta 15 metros de eslora.

II.5.2 Etapa de operación y mantenimiento.

Emisiones a la atmósfera.	Una vez concluida la etapa de preparación y construcción las emisiones a la atmósfera se verán disminuidas drásticamente en lo que se refiere a la obra, y al uso de maquinaria para los diferentes procesos que involucran estas etapas será nulo.
Emisiones de ruido.	La generación de ruido en esta fase se verá principalmente reducida, debido al término de los trabajos.
Residuos sólidos de materiales.	Los residuos generados como resultado de las obras de mantenimiento serán considerados como material de desperdicio y depositado en sitios señalados por el Ayuntamiento.

Residuos sólidos domésticos.	Será nulo que una vez terminada la obra las zonas de los trabajos quedaran libres de personal y solo será revisadas durante el periodo de mantenimiento.
Residuos peligrosos.	Los aceites, lubricantes, estopas, etc. proveniente del mantenimiento de la maquinaria y el equipo utilizado en las obras deberán ser manejados de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.

II.6. Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto.

Las afectaciones ambientales típicas que un proyecto de construcción puede generar, resultan significativas siempre que alcancen niveles con potencial para alterar el equilibrio de los sistemas existentes en su zona de influencia; entre ellas es posible identificar:

- La explotación de bancos de materiales no autorizados, el movimiento de tierras en su traslado y disposición final en sitios clandestinos.
- El derrame de aceites, lubricantes y combustibles provenientes de la maquinaria y equipo, con su consecuente contaminación al suelo y subsuelo.
- El retiro de vegetación, sin planeación, ni previa autorización y ni medidas de mitigación; lo que podría ocasionar erosión y deslaves.
- La perturbación de la fauna silvestre con el continuo traslado de los camiones, el ruido, emisiones contaminantes a la atmósfera, que pueden afectar el hábitat natural de los animales.
- La interrupción de flujos de transporte, comercio, culturales, etc.

Otras afectaciones pueden estar ya controladas en su frecuencia o intensidad, en valores determinados por normas oficiales mexicanas u otros ordenamientos.

CAPÍTULO III

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

Información Sectorial.

Se trata de a rehabilitación, modernización y ampliación de la PTAR existen, así como la instalación de un nuevo emisor con descarga subacuática en la localidad de Tijuana Municipio de Tijuana.

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

Análisis de los instrumentos normativos

En el siguiente análisis de instrumentos normativos se contemplan los siguientes puntos:

- **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.**
- **LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES.**
- **TÍTULO CUARTO DE LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y TERRENOS GANADOS AL MAR CAPÍTULO ÚNICO.**
- **REGLAMENTO PARA EL USO Y APROVECHAMIENTO DEL MAR TERRITORIAL, VÍAS NAVEGABLES, PLAYAS, ZONA FEDERAL MARÍTIMA TERRESTRE Y TERRENOS GANADOS AL MAR.**
- **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.**
- **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**
- **PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024.**
- **ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS TERRITORIALES INCIDENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO**
  - **OEGT**
  - **ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO DEL PACIFICO NORTE.**

- **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

- **PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO URBANO, TURÍSTICO Y ECOLÓGICO DEL CORREDOR COSTERO TIJUANA-ROSARITO-ENSENADA.**
- **ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA RESERVA DE LA BIOSFERA ISLAS DEL PACIFICO DE BAJA CALIFORNIA**
- **PLAN ESTATAL DE DESARROLLO BAJA CALIFORNIA 2020-2024.**
- **PLAN ESTRATÉGICO DE BAJA CALIFORNIA 2013-2019**
- **PLAN HÍDRICO 2010-2030 PLANEACIÓN INTEGRAL DE TRATAMIENTO Y REUSO PARA LA ZONA URBANA DE TIJUANA Y PLAYAS DE ROSARITO**
- **PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO TIJUANA 2020-2021.**
- **PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN TIJUANA 2010-2030.**
- **PLANES O CONVENIOS INTERNACIONALES DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE.**
- **NORMAS OFICIALES MEXICANAS.**
- **MEDIDAS DE SEGURIDAD**

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

ARTÍCULO 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su

conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados

directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; las de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzados por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino; o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fije la ley.

Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones,

otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, salvo en radiodifusión y telecomunicaciones, que serán otorgadas por el Instituto Federal de Telecomunicaciones. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y substancias a que se refiere el párrafo cuarto, regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y condiciones que las leyes prevean. Tratándose de minerales radiactivos no se otorgarán concesiones. Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica. (Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2013).

Tratándose del petróleo y de los hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, en el subsuelo, la propiedad de la Nación es inalienable e imprescriptible y no se otorgarán concesiones. Con el propósito de obtener ingresos para el Estado que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las actividades de exploración y extracción del petróleo y demás hidrocarburos mediante asignaciones a empresas productivas del Estado o a través de contratos con éstas o con particulares, en los términos de la Ley Reglamentaria. Para cumplir con el objeto de dichas asignaciones o contratos las empresas productivas del Estado podrán contratar con particulares. En cualquier caso, los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación y así deberá afirmarse en las asignaciones o contratos. (Adicionado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2013).

La Nación ejerce en una zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, los derechos de soberanía y las jurisdicciones que determinen las leyes del Congreso. La zona económica exclusiva se extenderá a doscientas millas náuticas, medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial. En aquellos casos en que esa extensión produzca superposición con las zonas económicas exclusivas de otros Estados, la delimitación de las respectivas zonas se hará en la medida en que resulte necesario, mediante acuerdo con estos Estados.

La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la Nación, se regirá por las siguientes prescripciones:

(Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960).

Sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas y sus accesiones o para obtener concesiones de explotación de minas o aguas. El Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros, siempre que convengan ante la Secretaría de Relaciones en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar, por lo mismo, la protección de sus gobiernos por lo que se refiere a aquéllos; bajo la pena, en caso de faltar al convenio, de perder en beneficio de la Nación, los bienes que hubieren adquirido en virtud del mismo. En una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el dominio directo sobre tierras y aguas.

(Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960. Modificado por la reimpresión de la Constitución, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de octubre de 1986).

El Estado, de acuerdo con los intereses públicos internos y los principios de reciprocidad, podrá, a juicio de la Secretaría de Relaciones, conceder autorización a los Estados extranjeros para que adquieran, en el lugar permanente de la residencia de los Poderes Federales, la propiedad privada de bienes inmuebles necesarios para el servicio directo de sus embajadas o legaciones; (Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960. Modificado por la reimpresión de la Constitución, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de octubre de 1986).

El ejercicio de las acciones que corresponden a la Nación, por virtud de las disposiciones del presente artículo, se hará efectivo por el procedimiento judicial; pero dentro de este procedimiento y por orden de los tribunales correspondientes, que se dictará en el plazo máximo de un mes, las autoridades administrativas procederán desde luego a la ocupación, administración, remate o venta de las tierras o aguas de que se trate y todas sus accesiones, sin que en ningún caso pueda revocarse lo hecho por las mismas autoridades antes de que se dicte sentencia ejecutoriada; (Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de enero de 1934. Modificado por la reimpresión de la Constitución, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de octubre de 1986).

La ley, con respeto a la voluntad de los ejidatarios y comuneros para adoptar las condiciones que más les convengan en el aprovechamiento de sus recursos productivos, regulará el ejercicio de los derechos de los comuneros sobre la tierra y de cada ejidatario sobre su parcela. Asimismo establecerá los procedimientos por los cuales ejidatarios y comuneros podrán asociarse entre sí, con el Estado o con terceros y otorgar el uso de sus tierras; y, tratándose de ejidatarios, transmitir sus derechos parcelarios entre los miembros del núcleo de población; igualmente fijará los requisitos y procedimientos conforme a los cuales la asamblea ejidal otorgará al ejidatario el dominio sobre su parcela. En caso de enajenación de parcelas se respetará el derecho de preferencia que prevea la ley.

(Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1992).

CAPÍTULO II DE LAS PARTES INTEGRANTES DE LA FEDERACIÓN Y DEL TERRITORIO NACIONAL

ARTÍCULO 42. El territorio nacional comprende:(Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960)

I. El de las partes integrantes de la Federación;(Reformada mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960)

II. El de las islas, incluyendo los arrecifes y cayos en los mares adyacentes; (Reformada mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960)

III. El de las islas de Guadalupe y las de Revillagigedo situadas en el Océano Pacífico; (Reformada mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960)

IV. La plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas, cayos y arrecifes; (Reformada mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960)

V. Las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional y las marítimas interiores, y (Reformada mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960. Modificado por la reimpresión de la Constitución, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de octubre de 1986)

VI. El espacio situado sobre el territorio nacional, con la extensión y modalidades que establezca el propio Derecho Internacional.(Reformada mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960).

Artículo 48. Las islas, los cayos y arrecifes de los mares adyacentes que pertenezcan al territorio nacional, la plataforma continental, los zócalos submarinos de las islas, de los cayos y arrecifes, los mares territoriales, las aguas marítimas interiores y el espacio situado sobre el territorio nacional, dependerán directamente del Gobierno de la Federación, con excepción de aquellas islas sobre las que hasta la fecha hayan ejercido jurisdicción los Estados.(Artículo reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1960).

Como se puede ver la carta magna es el principal ordenamiento jurídico y que concuerda con este proyecto al realizar los trabajos dentro de tierras y aguas nacionales.

LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

ARTÍCULO 6.- Están sujetos al régimen de dominio público de la Federación: I.- Los bienes señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; II.- Los bienes de uso común a que se refiere el artículo 7 de esta Ley; III.- Las plataformas insulares en los términos de la Ley Federal del Mar y, en su caso, de los tratados y acuerdos internacionales de los que México sea parte; IV.- El lecho y el subsuelo del mar territorial y de las aguas marinas interiores; V.- Los inmuebles nacionalizados a que se refiere el Artículo Decimoséptimo Transitorio de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; VI.- Los inmuebles federales que estén destinados de hecho o mediante un ordenamiento jurídico a un servicio público y los inmuebles equiparados a éstos conforme a esta Ley; VII.- Los terrenos baldíos, nacionales y los demás bienes inmuebles declarados por la ley inalienables e imprescriptibles; VIII.- Los inmuebles federales considerados como monumentos arqueológicos, históricos o artísticos conforme a la ley de la materia o

la declaratoria correspondiente; IX.- Los terrenos ganados natural o artificialmente al mar, ríos, corrientes, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; X.- Los inmuebles federales que constituyan reservas territoriales, independientemente de la forma de su adquisición; XI.- Los inmuebles que formen parte del patrimonio de los organismos descentralizados de carácter federal; XII.- Los bienes que hayan formado parte del patrimonio de las entidades que se extingan, disuelvan o liquiden, en la proporción que corresponda a la Federación; XIII.- Las servidumbres, cuando el predio dominante sea alguno de los anteriores; XIV.- Las pinturas murales, las esculturas y cualquier obra artística incorporada o adherida permanentemente a los inmuebles sujetos al régimen de dominio público de la Federación; XV.- Los bienes muebles de la Federación considerados como monumentos históricos o artísticos conforme a la ley de la materia o la declaratoria correspondiente; XVI.- Los bienes muebles determinados por ley o decreto como monumentos arqueológicos; XVII.- Los bienes muebles de la Federación al servicio de las dependencias, la Procuraduría General de la República y las unidades administrativas de la Presidencia de la República, así como de los órganos de los Poderes Legislativo y Judicial de la Federación; XVIII.- Los muebles de la Federación que por su naturaleza no sean normalmente sustituibles, como los documentos y expedientes de las oficinas, los manuscritos, incunables, ediciones, libros, documentos, publicaciones periódicas, mapas, planos, folletos y grabados importantes o raros, así como las colecciones de estos bienes; las piezas etnológicas y paleontológicas; los especímenes tipo de la flora y de la fauna; las colecciones científicas o técnicas, de armas, numismáticas y filatélicas; los archivos, las fono grabaciones, películas, archivos fotográficos, magnéticos o informáticos, cintas magnetofónicas y cualquier otro objeto que contenga imágenes y sonido, y las piezas artísticas o históricas de los museos; XIX.- Los meteoritos o aerolitos y todos los objetos minerales, metálicos pétreos o de naturaleza mixta procedentes del espacio exterior caídos y recuperados en el territorio mexicano en términos del reglamento respectivo; XX.- Cualesquiera otros bienes muebles e inmuebles que por cualquier vía pasen a formar parte del patrimonio de la Federación, con excepción de los que estén sujetos a la regulación específica de las leyes aplicables, y XXI.- Los demás bienes

considerados del dominio público o como inalienables e imprescriptibles por otras leyes especiales que regulen bienes nacionales.

ARTÍCULO 15.- Los particulares y las instituciones públicas sólo podrán adquirir sobre el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación, los derechos regulados en esta Ley y en las demás que dicte el Congreso de la Unión. Se regirán, sin embargo, por el Código Civil Federal, los aprovechamientos accidentales o accesorios compatibles o complementarios con la naturaleza de estos bienes, como la venta de frutos, materiales o desperdicios.

Los derechos de tránsito, de vista, de luz, de derrames y otros semejantes sobre dichos bienes, se rigen exclusivamente por las leyes, reglamentos y demás disposiciones administrativas de carácter federal.

ARTÍCULO 16.- Las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente.

ARTÍCULO 17.- Las concesiones sobre bienes de dominio directo de la Nación cuyo otorgamiento autoriza el párrafo sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se regirán por lo dispuesto en las leyes reglamentarias respectivas. El Ejecutivo Federal podrá negar la concesión en los siguientes casos: I.- Si el solicitante no cumple con los requisitos establecidos en dichas leyes; II.- Si se crea con la concesión un acaparamiento contrario al interés social; III.- Si se decide emprender, a través de la Federación o de las entidades, una explotación directa de los recursos de que se trate; IV.- Si los bienes de que se

trate están programados para la creación de reservas nacionales; V.- Cuando se afecte la seguridad nacional, o VI.- Si existe algún motivo fundado de interés público.

ARTÍCULO 72.- Las dependencias administradoras de inmuebles podrán otorgar a los particulares derechos de uso o aprovechamiento sobre los inmuebles federales, mediante concesión, para la realización de actividades económicas, sociales o culturales, sin perjuicio de leyes específicas que regulen el otorgamiento de concesiones, permisos o autorizaciones sobre inmuebles federales. Para el otorgamiento de concesiones, las dependencias administradoras de inmuebles deberán atender lo siguiente:

I.- Que el solicitante cumpla con los requisitos establecidos en las leyes específicas que regulen inmuebles federales;
II.- Evitar el acaparamiento o concentración de concesiones en una sola persona;

III.- Que no sea posible o conveniente que la Federación emprenda la explotación directa de los inmuebles de que se trate;

IV.- No podrán otorgarlas a favor de los servidores públicos que en cualquier forma intervengan en el trámite de las concesiones, ni de sus cónyuges o parientes consanguíneos y por afinidad hasta el cuarto grado o civiles, o de terceros con los que dichos servidores tengan vínculos privados o de negocios. Las concesiones que se otorguen en contravención a lo dispuesto en esta fracción serán causa de responsabilidades y de nulidad;

V.- Que no se afecte el interés público;
VI.- La información relativa a los inmuebles que serán objeto de concesión, será publicada con dos meses de anticipación al inicio de la vigencia de la concesión respectiva, en un diario de circulación nacional y en internet, y
VII.- En el caso de concesiones de espacios sobre inmuebles federales que ocupen las dependencias administradoras de inmuebles, que la actividad a desarrollar por

el concesionario sea compatible y no interfiera con las actividades propias de dichas dependencias, sujetándose a las disposiciones que las mismas expidan para tal efecto.

Las dependencias administradoras de inmuebles, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, conforme a las condiciones a que se refiere el artículo siguiente, emitirán los lineamientos para el otorgamiento o prórroga de las concesiones sobre los inmuebles federales de su competencia, sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables. Asimismo, presentarán un informe anual a la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión sobre las concesiones otorgadas en el periodo correspondiente.

El proyecto se adecua a esta ley al realizar el presente trabajo para obtención del permiso sobre bienes nacionales.

TÍTULO CUARTO DE LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y TERRENOS GANADOS AL MAR CAPÍTULO ÚNICO.

ARTÍCULO 119.- Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará:

I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;

II.- La totalidad de la superficie de los cayos y arrecifes ubicados en el mar territorial, constituirá zona federal marítima terrestre;

III.- En el caso de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directa o indirectamente con el mar, la faja de veinte metros de zona federal marítimo terrestre se contará a partir del punto a donde llegue el mayor embalse anual o límite de la pleamar, en los términos que determine el reglamento, y

IV.- En el caso de marinas artificiales o esteros dedicados a la acuacultura, no se delimitará zona federal marítimo terrestre, cuando entre dichas marinas o esteros y el mar medie una zona federal marítimo terrestre. La zona federal marítimo terrestre correspondiente a las marinas que no se encuentren en este supuesto, no excederá de tres metros de ancho y se delimitará procurando que no interfiera con el uso o destino de sus instalaciones.

Cuando un particular cuente con una concesión para la construcción y operación de una marina o de una granja acuícola y solicite a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la enajenación de los terrenos ganados al mar, antes o durante la construcción u operación de la marina o granja de que se trate, dicha Dependencia podrá desincorporar del régimen de dominio público de la Federación los terrenos respectivos y autorizar la enajenación a título oneroso a favor del solicitante, en los términos que se establezcan en el acuerdo administrativo correspondiente, mismo que deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales corresponderá el deslinde y delimitación de la zona federal marítimo terrestre.

El objetivo del presente trabajo es como ya se mencionó la obtención de los permisos necesarios ya que el emisor con descarga subacuática pasara por esta ZOFEMATAC.

REGLAMENTO PARA EL USO Y APROVECHAMIENTO DEL MAR TERRITORIAL, VÍAS NAVEGABLES, PLAYAS, ZONA FEDERAL MARÍTIMA TERRESTRE Y TERRENOS GANADOS AL MAR.

Artículo 1o.- El presente Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales, de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo

terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.

ARTÍCULO 10. El gobierno federal a través de la Secretaría, establecerá las bases de coordinación para el uso, desarrollo, administración y delimitación de las playas, de la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, solicitando al efecto la participación de los gobiernos estatales y municipales, sin perjuicio de las atribuciones que este Reglamento otorga a la Secretaría de Comunicaciones y Transpones y otras dependencias competentes.

Cuando por la naturaleza del proyecto se haga necesaria la obtención de más de una concesión, permiso o autorización que corresponda otorgar a la Secretaría, ésta instrumentará los mecanismos que permitan que su estudio, trámite y resolución se realicen de manera conjunta.

Si para la realización del proyecto se requiere el otorgamiento de concesiones, permisos o autorizaciones además de por la Secretaría, por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes u otra dependencia, se deberá establecer la coordinación necesaria a fin de facilitar su resolución simultánea.

ARTÍCULO 26. Toda solicitud de concesión en los términos de la Ley y del presente Capítulo, deberá hacerse por escrito ante la Secretaría, en original y dos copias proporcionando los datos y elementos siguientes:

I. Nombre, nacionalidad y domicilio del solicitante; cuando se trate de personas morales, se deberá acompañar el acta constitutiva de la empresa; cuando se trate de personas físicas se deberá proporcionar el acta de nacimiento;

II. Plano de levantamiento topográfico referido a la delimitación de la zona o en su defecto, a cartas del territorio nacional en coordenadas geodésicas. La superficie estará limitada por una poligonal cerrada, presentando su cuadro de construcción, se incluirá también un croquis de localización, con los puntos de localización más importantes;

III. Descripción detallada del uso, aprovechamiento o explotación que se dará al área solicitada; IV. Cuando se pretenda realizar la explotación de materiales deberán precisarse sus características, volúmenes de extracción, su valor comercial y el uso a que vayan a destinarse; V. Para los efectos de la prelación establecida en el artículo 24 de este Reglamento, se deberán acompañar los documentos que acrediten los supuestos referidos en dicho artículo;

VI. Instalaciones que pretendan llevarse a cabo, anexando los planos y memorias descriptivas de las obras;

VII. Cuando existan edificaciones o instalaciones en el área de que se trate realizadas por el solicitante, se indicarán mediante los planos y memorias correspondientes y se presentará el acta de reversión de los inmuebles en favor de la Federación, misma que será previamente levantada por autoridad competente;
VIII. Monto de la inversión total que se proyecte efectuar, con un programa de aplicación por etapas;

IX. Constancias de las autoridades estatales o municipales, respecto de la congruencia de los usos del suelo en relación al predio colindante; y

X. Término por el que se solicita la concesión. Las solicitudes de permiso deberán contener los requisitos a que se refieren las fracciones I, II, III, V y VII de este artículo. Toda solicitud deberá ser firmada por el interesado o por la persona que promueve en su nombre. En este último caso se deberá acreditar la personalidad del mandatario conforme al derecho común. Cuando la solicitud o los documentos

presentados tengan deficiencias, o cuando se requiera mayor información, la Secretaría lo hará saber al interesado a fin de que, dentro de treinta días naturales subsane las deficiencias o proporcione la información adicional; en caso de no hacerlo dentro del plazo señalado, se tendrá por no presentada la solicitud. Integrado el expediente y cubiertos los requisitos legales reglamentarios, la Secretaría dentro de un término que no excederá de treinta días naturales resolverá lo procedente y lo notificará por escrito al interesado

ARTÍCULO 29. Los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a:

I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión;
II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría;
III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes;
IV. Responder de los daños que pudieran causarse por defectos o vicios en las construcciones o en los trabajos de reparación o mantenimiento;
V. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada;
VI. Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada;
VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal;
VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada;
IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría;
X. Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por la Secretaría las áreas de que se trate en los casos de extinción de las concesiones; y

XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión. Los permisionarios de los bienes a que se refiere este Reglamento tendrán que cumplir con las obligaciones señaladas en las fracciones I, II, III, VII, VIII, IX y XI de este artículo.

ARTÍCULO 36. La Secretaría vigilará que el uso, aprovechamiento o explotación de los bienes a que se refiere este reglamento, se ajuste a las disposiciones vigentes sobre desarrollo urbano, ecología, así como a los lineamientos que establezcan los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Últimas reformas publicadas DOF 05-11-2013

ARTÍCULO 3o**.-** Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XI.- **Desarrollo Sustentable**: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras;

XIII Bis.- **Ecosistemas costeros**: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en

el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación. (***Última reforma el 24 de abril de 2018***)

La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.

XXI.- **Manifestación del impacto ambiental**: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;

XXIV.- **Ordenamiento ecológico**: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos;

XXXVII. Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos, y

ARTÍCULO 11.- La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de las entidades federativas, con la participación, en su caso, de sus Municipios o demarcación territorial de la Ciudad de México, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial:

h) Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. (***Última reforma el 24 de abril de 018***)

ARTÍCULO 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

I.- Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país;

II.- Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad;

III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;

IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales; Fracción reformada DOF 24-04-2012

V.- La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones; VI.- La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos; VII.- El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y renovabilidad.

XII.- Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho;

XIII.- Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo a lo que determine la presente Ley y otros ordenamientos aplicables;

ARTÍCULO 23.- Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:

VII.- El aprovechamiento del agua para usos urbanos deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice;

IX. La política ecológica debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de vida de la población y, a la vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de la vida. Fracción reformada DOF 29-05-2012.

ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables. Para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que

determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo. (***Última reforma el 24 de abril de 2018***)

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

ARTÍCULO 5o**.-** Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

A) HIDRÁULICAS:

Este mismo instrumento, señala en el inciso R, que las obras y actividades en humedales, manglares, lagunas***, ríos***, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o ***zonas federales***, también requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, especificando en el numeral 1, lo siguiente:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

Artículo 6o.- Las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades señaladas en el artículo anterior, así como con las que se encuentren en operación, no requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguientes:

I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de ésta;

II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que generó dicha autorización, y

III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación, dimensiones, características o alcances, tales como conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles; construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, o modificación de bienes inmuebles cuando se pretenda llevar a cabo en la superficie del terreno ocupada por la construcción o instalación de que se trate.

En estos casos, los interesados deberán dar aviso a la Secretaría previamente a la realización de dichas acciones.

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

Para efectos del párrafo anterior, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría de las acciones que pretendan realizar para que ésta, dentro del plazo de diez días, determine si es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental, o si las acciones no requieren ser evaluadas y, por lo tanto, pueden realizarse sin contar con autorización.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo tiene Tres ejes transversales que son:

1 “Igualdad De Género, No Discriminación E Inclusión”

2 “Combate A La Corrupción Y Mejora A La Gestión Pública”

3 “Territorio Y Desarrollo Sostenible”

Así como tres Ejes Generales

Justicia Y Estado De Derecho

Bienestar y

Desarrollo Económico

De los cuales tenemos que El eje transversal 3 a la letra dice:

Parte de un diagnóstico general donde se reconoce que toda acción que se toma en el presente incide en las capacidades de las generaciones futuras y que toda política pública actúa en un territorio, entendido este último como el espacio en donde se desarrollan las relaciones sociales y se establecen los seres humanos en los ámbitos cultural, social, político y económico. La falta de una adecuada comprensión del territorio y sus implicaciones puede mermar la capacidad de incidencia de las políticas públicas en el presente, mientras que ignorar las consideraciones de sostenibilidad puede limitar los alcances de éstas en el futuro. Es por ello que resulta necesario promover que las mismas contemplen un enfoque que articule el quehacer con el desarrollo basado en la sostenibilidad económica, social y ambiental sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras.

Es fundamental considerar tanto la viabilidad financiera, fiscal y económica como el mantenimiento de la cohesión social y la conservación y protección de la biodiversidad y los ecosistemas mediante la planeación y el ordenamiento territorial. Una comprensión adecuada del territorio y del desarrollo sostenible es fundamental para poder alcanzar los objetivos que se plantea esta administración, así como para garantizar un mayor bienestar a las generaciones presentes y futuras. Los efectos desproporcionados de los fenómenos naturales en los poblados y regiones marginadas, no se entienden sin estas dos visiones. Asimismo, no se puede combatir adecuadamente a las organizaciones criminales sin la incorporación del territorio en la determinación de la estrategia de seguridad. En este sentido, todas

las acciones que se realicen para apoyar a los sectores desprotegidos deberán ser sostenibles económica, social y ambientalmente.

Es necesario incorporar consideraciones territoriales cuando se busca garantizar los derechos humanos y sociales en todos los niveles; es imposible hablar, por ejemplo, de derecho a la salud, a la educación, a la alimentación, al agua, a un medio ambiente sano y al deporte si no se toman acciones efectivas para garantizar la sostenibilidad medioambiental de los ecosistemas y de las cuencas. De igual manera, el desarrollo económico que impulsará la presente administración no pondrá en riesgo el goce de los derechos de las generaciones futuras, considerará la sostenibilidad económica tanto de los programas sociales como de los mecanismos de inclusión financiera que promuevan el desarrollo regional vinculado a la construcción de nueva infraestructura.

En tal sentido, la incorporación del eje transversal 3 “Territorio y desarrollo sostenible” para el PND reconoce la construcción territorial plasmada en los artículos 42 al 48 de la Constitución Federal, así como la relevancia de un medio ambiente sano previsto en el artículo 4° de la citada Constitución. Atendiendo los nuevos enfoques de política pública de la presente administración, el Gobierno de México se ajustará a los cinco criterios siguientes:

1. La implementación de la política pública o normativa deberá incorporar una valoración respecto a la participación justa y equitativa de los beneficios derivados del **aprovechamiento sustentable de los recursos naturales**.
2. Toda política pública deberá contemplar, entre sus diferentes consideraciones, la vulnerabilidad ante el cambio climático, el fortalecimiento de la resiliencia y las capacidades de adaptación y mitigación, especialmente si impacta a las poblaciones o regiones más vulnerables.
3. En los casos que resulte aplicable, la determinación de las opciones de política pública deberá favorecer el uso de tecnologías bajas en carbono y fuentes de generación de energía renovable; la reducción de la emisión de contaminantes a la

atmósfera, el suelo y el agua, así como la conservación y el **aprovechamiento sustentable de los recursos naturales**.

4. Toda política pública considerará la localización del problema público a atender en su diagnóstico, así como si este se localiza homogéneamente en el territorio nacional o se concentra en alguna región, zona metropolitana, núcleo o comunidad agraria o rural, ciudad o barrio.

5. El análisis de la política pública deberá valorar si un mejor ordenamiento territorial potencia los beneficios de la localización de la infraestructura, los bienes y servicios públicos, y de ser así, incorporarlo desde su diseño, pasando por la implementación, y hasta su proceso de evaluación y seguimiento.

E igualmente el eje General de Bienestar también a la letra dice:

El eje general de “Bienestar” tiene como objetivo: **Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios**. El artículo 1° de la Constitución señala que en México todas las personas gozarán de los derechos humanos, así como de las garantías para su protección. Asimismo, señala que el Estado, en el ámbito de sus competencias, tiene la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. No obstante, en los últimos años, se han visto mermados los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales de gran parte de la población a favor de los intereses económicos de algunas minorías, lo que aunado a un Estado poco sensible a las necesidades de las y los mexicanos, ha derivado en altos niveles de pobreza y desigualdad a lo largo y ancho de nuestro país.

Según datos del Coneval, en 2016 cuatro de cada diez mexicanas y mexicanos se encontraba en situación de pobreza, es decir, su ingreso era insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requieren para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias, tales como salud, educación, transporte, entre otras,

así como contaban con al menos una carencia social (alimentación, vivienda, servicios básicos, seguridad social, rezago educativo y salud). Al respecto, resultan particularmente preocupantes, la carencia de acceso a la alimentación, el rezago educativo y la carencia de acceso a los servicios de salud, pues actualmente hay personas que tienen una alimentación muy poco variada o que han dejado de comer por falta de ingresos, personas que no han podido tener acceso al sistema educativo nacional, así como personas que no tienen acceso a ningún servicio para la atención de problemas de salud. Si bien lo anterior es en sí mismo un llamado urgente hacia el Gobierno de México y la sociedad para actuar en conjunto, cuando se analizan las brechas de desigualdad que imperan a nivel individual, comunitario y regional, más que un llamado, se convierte en un imperativo político. Tan solo por mencionar algunos ejemplos:

- El número de pobladores que no cuentan con ingresos suficientes para adquirir una canasta básica en localidades urbanas se duplica al tratarse de zonas rurales.
- Las mujeres tienen una remuneración por su trabajo de dos terceras partes en comparación con los hombres que tienen la misma escolaridad y experiencia que ellas.
- Más de dos terceras partes de las y los mexicanos que nacen en situación de pobreza, vivirán y morirán en la misma situación.
- Sólo una décima parte de los asalariados en el sector agropecuario tiene acceso a seguridad social.
- Cerca de una cuarta parte de la población indígena, entre 30 y 64 años, no sabe leer y escribir.

Derivado de lo anterior, resulta prioritario diseñar e implementar una política de desarrollo integral que tenga como principal objetivo detener la transmisión de la pobreza entre generaciones y, además, erradicar la discriminación hacia aquellos grupos cuyos derechos fundamentales han sido históricamente vulnerados. Es decir, se debe plantear una estrategia integral de política pública que garantice que todas y todos puedan ejercer sus derechos humanos plenamente, así como contar

con un nivel mínimo de bienestar para el desarrollo de una vida plena. Por tanto, el Gobierno de México se enfocará en implementar políticas públicas dirigidas a mejorar el bienestar de las y los mexicanos, garantizando el acceso efectivo a una educación de calidad, a la alimentación, a servicios de salud de calidad, a un medio ambiente sano, al agua potable, a una vivienda digna, al fortalecimiento del ordenamiento territorial y ecológico, a la cultura y al arte, a la cultura física y la práctica del deporte, y a un trabajo socialmente útil. Lo anterior, se hará con énfasis en la atención de niñas, niños, adolescentes, jóvenes, adultos mayores y personas con discapacidad, desde un enfoque territorial en el que se prioricen las acciones en zonas de población mayoritariamente indígena, con los mayores grados de marginación o con altos índices de violencia, y a través de un seguimiento puntual con base en la integración de un padrón único.

De igual manera, se garantizará una intervención cercana y sin intermediarios a través de los Centros Integradores del Desarrollo como la ventanilla de atención de los Programas Integrales para el Desarrollo y como centros para el fortalecimiento de la cohesión y participación social.

Estas políticas buscarán la reducción de brechas de desigualdad y serán diseñadas desde enfoques de igualdad de género, no discriminación e inclusión, en el que se respeten las diferencias étnicas, regionales, culturales, raciales, políticas, religiosas, económicas, de orientación sexual, edad y género; así como en un contexto armónico y respetuoso del territorio y el desarrollo sostenible. Por último, tales políticas serán implementadas con transparencia y compromiso con la rendición de cuentas, para sumar esfuerzos en el combate a la corrupción y la mejora de la gestión pública del Gobierno de México.

Para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios, en el PND 2019-2024

se plantean once objetivos. Para cada objetivo, se presenta un diagnóstico y una serie de estrategias que permitirán lograr el objetivo planteado.

Objetivo 2.6 Promover y garantizar el acceso incluyente al agua potable en calidad y cantidad y al saneamiento, priorizando a los grupos históricamente discriminados, procurando la salud de los ecosistemas y cuencas.

El artículo 4° de la Constitución establece que el Estado garantizará el derecho que toda persona tiene al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. La demanda por agua para satisfacer las necesidades agropecuarias, urbanas e industriales tiene al 60% del territorio nacional en condición de estrés hídrico, con extracciones que superan 40% del agua disponible y con el 16% de los acuíferos del país sobreexplotados. Para 2016, se estimó una disponibilidad media per cápita de 3,690 metros cúbicos a nivel nacional, con marcados contrastes regionales. La región hidrológica del Valle de México solo alcanza una disponibilidad de apenas 147 metros cúbicos per cápita. Actualmente, México ocupa el lugar 94 entre los países con mayor agua renovable per cápita, considerando el agua factible de explotar sin comprometer o alterar los reservorios naturales. En este marco, cerca de nueve millones de mexicanos, en su mayoría en zonas rurales marginadas, no tenían acceso al agua potable y a servicios de saneamiento en 2015.

La escasez se agrava debido a que muchos ríos, lagos y presas tienen problemas de contaminación por descargas de aguas residuales sin tratamiento adecuado; la mala calidad del agua afectó alrededor de seis millones de personas en nuestro país en 2017. Asimismo, es importante tomar en cuenta lo que representa para las mujeres de zonas rurales no tener acceso al agua potable, lo que las lleva a invertir tiempo y energía para el acarreo. La cobertura de agua potable y saneamiento en zonas urbanas alcanza 97% mientras que en localidades rurales la cobertura disminuye a niveles de 85 y 74%, respectivamente. Asimismo, en 2015 una tercera parte de la población indígena nacional no contaba con acceso a los servicios básicos de agua potable y saneamiento. En cuanto al acceso al recurso existen

marcadas diferencias regionales, mientras en algunas ciudades se pagan más de 20 pesos por metro cúbico de agua, en otras el precio por consumir la misma cantidad no supera los 5 pesos. En este sentido, es fundamental invertir en infraestructura para atender la demanda pendiente, así como satisfacer el incremento derivado del crecimiento poblacional, el cual se estima en más de 15 millones de personas para los siguientes 20 años.

De acuerdo con la Conagua, el balance hídrico de México ya es negativo. La brecha entre demanda y oferta es de 11.5 millones de metros cúbicos de agua en 2010, de continuar con la tendencia actual, se elevará a 23 millones de metros cúbicos en 2030.

Tanto el bienestar de las personas como la economía nacional se encuentran estrechamente vinculados al aprovechamiento del agua. En este sentido, se ha planteado como objetivo garantizar el acceso al agua potable de calidad para todo el país, en cantidad suficiente, dando prioridad a las personas y regiones más marginadas, siempre con un enfoque de sostenibilidad para proteger este valioso recurso. Para alcanzar el objetivo planteado las estrategias que se implementarán consideran la inversión en infraestructura para ampliar la cobertura de agua potable y de saneamiento, prioritariamente en zonas marginadas, asegurando la integridad de los ecosistemas acuáticos que son los reservorios básicos de agua. No obstante, el impacto de la inversión en infraestructura se vería reducido de no transitar a patrones de consumo más responsables, por ello, se han considerado también estrategias orientadas a fortalecer la investigación, el marco normativo y a sensibilizar a la ciudadanía y a los sectores consumidores del líquido sobre el uso más eficiente de los recursos hídricos, con énfasis en un modelo de vigilancia participativo.

Para dar seguimiento y medir el avance en el logro del objetivo planteado se proponen los siguientes indicadores:

- Indicador 2.6.1: Población que tiene acceso diario al agua, así como al saneamiento básico. Descripción: Mide a la población total que tiene acceso al agua entubada diariamente, así como conexión a la red de drenaje o a una fosa séptica. Línea base (2018): 62% Meta 2024: 64% Fuente: INEGI
- Indicador 2.6.2: Estrés hídrico. Descripción: Mide la proporción de agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable. Línea base (2017): 19.5% Meta 2024: 20.3% Fuente: Conagua

Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes estrategias:

2.6.1 Promover la inversión en infraestructura sostenible y resiliente para satisfacer la demanda de agua potable y saneamiento, para consumo personal y doméstico, priorizando a los grupos históricamente discriminados.

2.6.2 Fomentar la investigación y el uso eficiente y sustentable del agua para consumo humano, así como en la producción de bienes y servicios.

2.6.3 Fomentar la supervisión ambiental eficaz, eficiente, transparente y participativa para la prevención y control de la contaminación del agua.

2.6.4 Focalizar acciones para garantizar el acceso a agua potable en calidad y cantidad a comunidades periurbanas, rurales e indígenas.

2.6.5 Mejorar la infraestructura hidráulica, incluyendo el tratamiento y reutilización de aguas residuales y la calidad de los servicios de saneamiento.

2.6.6 Mantener y restablecer, bajo un enfoque de cuenca, la integridad de los ecosistemas relacionados con el agua, en particular los humedales, los ríos, los lagos y los acuíferos.

El proyecto se vincula perfectamente con el Plan Nacional de Desarrollo, ya que es un benéfico a nivel ambiental los trabajos que se pretenden realizar en la PTAR, así como en la colocación el emisor con descarga subacuática dando una mejor funcionabilidad al saneamiento de las aguas residuales de la población.

ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS TERRITORIALES INCIDENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

El ordenamiento ecológico es uno de los instrumentos que ha adquirido mayor importancia en los últimos años, brinda un diagnóstico integral del uso territorial y ofrece los elementos necesarios para definir políticas y criterios que den sustento técnico a la toma de decisiones y apoyen la planificación del desarrollo en la región. La **LGEEPA** lo define como "el instrumento de la política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades del aprovechamiento de los mismos".

Por lo anterior, el ordenamiento ecológico del territorio se convierte en un instrumento normativo básico, sobre el cual deben apoyarse otros instrumentos, como la evaluación de impacto ambiental, los programas de desarrollo urbano y los de áreas naturales protegidas.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT),

Este es uno de dos instrumentos de carácter jurídico y territorial vinculante al proyecto, en el estado de Baja California, tiene como finalidad normar la planeación estatal contemplando los aspectos ambientales, para cumplir con los objetivos y estrategias señalados a continuación.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos.

El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de estos el muy alto se aplicó a aquellas UAB (Unidades Ambientales Biofísicas) que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Estrategias ecológicas

Las Estrategias Ecologicas se dividen en 3 grupos los cuales se vincula con el proyecto; a continuacion se detallara los puntos de cada grupo que involucra el proyecto.

Grupo I Dirigidas A Lograr La Sustentabilidad Ambiental Del Territorio.

A. Preservación

I. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.
II. Recuperación de especies en riesgo
III. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

B. Aprovechamiento sustentable.

I. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
II. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.

III. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
IV. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
V. Valoración de los servicios ambientales.

C. Protección de los recursos naturales.
I. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.
II. Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección
III. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
IV. Protección de los ecosistemas.
V. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

D. Dirigidas a la Restauración
I. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

E. Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.
I. Aplicación de los productos de servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
II. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
III. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.
IV. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).
V. Fortalecer la confiablidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias,

permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.

VI. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.

VII. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.

VIII. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.

IX. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.

X. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

Grupo II Dirigidas Al Mejoramiento Del Sistema Social E Infraestructura Urbana.

C. Agua y Saneamiento

I. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.

II. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.

III. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

D. Infraestructura y equipamiento urbano y regional.

I. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.

II. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de la misma para impulsar el desarrollo regional.

E. Desarrollo social.

I. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.

II. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleo agrarios y localidades rurales vinculadas.

III. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

IV. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.

V. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

Grupo III Dirigidas Al Fortalecimiento De La Gestión Y La Coordinación Institucional

A. Marco Jurídico

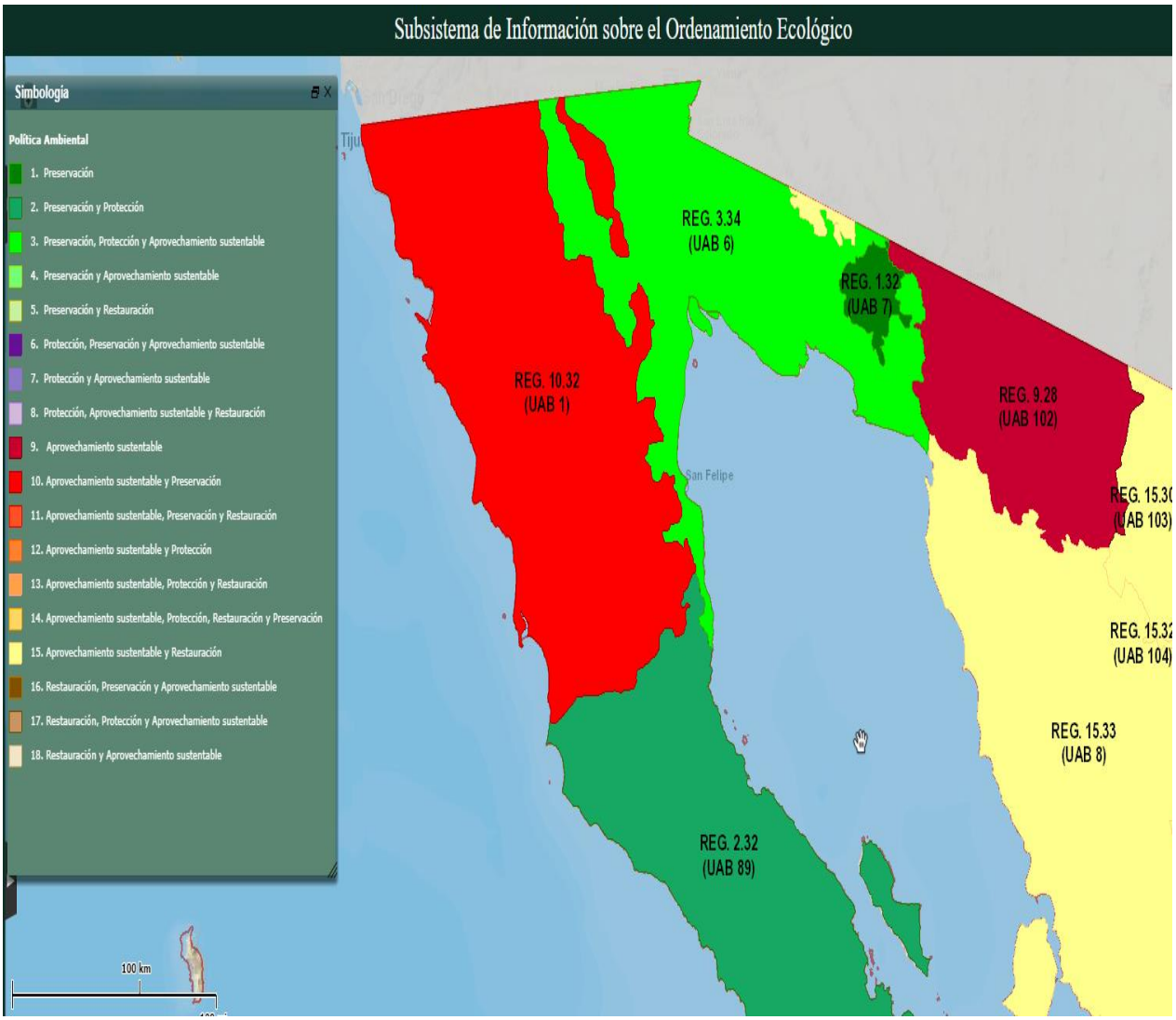
I. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

B. Planeación del Ordenamiento Territorial

I. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.

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

El área del presente proyecto es un espacio específico con una heterogeneidad relativa en su estructura y función; su delimitación depende principalmente de las interrelaciones existentes en el sistema entre el medio físico, biótico y social. Correspondiendo a la región ecológica 10.32, y la Unidades Ambientales Biofísicas 1 (UAB) que se aprecia en la siguientes imágenes.



116°0'0"W
114°0'0"W
112°0'0"W
110°0'0"W
108°0'0"W
106°0'0"W
104°0'0"W
34°0'0"N
32°0'0"N
30°0'0"N
28°0'0"N
26°0'0"N
24°0'0"N
22°0'0"N
20°0'0"N
18°0'0"N
REG.10.32 (UAB 1)
REG.10.32 (UAB 110)
Sonora
Chihuahua
Sinaloa
Durango
Zacatecas
Nayarit
Jalisco
Estados Unidos de América
0 250 500 1,000 1,500 2,000
Kilómetros
PRIORIDAD DE ATENCIÓN
Muy alta
Alta
Media
Baja
Muy baja

REGIÓN ECOLÓGICA: 10.32 **Unidad Ambiental Biofísica que la compone:**
1. Sierras de Baja California Norte **110.** Bolsón de Mapimí sur
Localización: **1. Noroeste de Baja California** **110. Sureste de Chihuahua, Noreste de Durango, Suroeste de Coahuila**

Superficie en km2:

UAB 1: 33,023.46

Población por UAB:

UAB 1: 2,213,555

Población Indígena:

UAB 1: Sin presencia

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:

1. Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Alto. Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica no es significativa. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 41.8. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033:

UAB 1: Inestable

Política Ambiental

UAB 1: Aprovechamiento Sustentable y Preservación

Prioridad de Atención

UAB 1: Baja

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
1	Preservación de Flora y Fauna	Forestal - Industria - Minería	Desarrollo Social - Turismo	CFE-SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32, 33, 37, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 1	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo. **3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.**

B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**12. Protección de los ecosistemas.**
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. **16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil**-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. **17.** Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). **19.** Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las

	fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. **20.** Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. **21.** Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. **22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.** **23.** Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	**30.** Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. **31.** Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas,

	sustentables, bien estructuradas y menos costosas. **32.** Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo Social	**33.** Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. **37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico**-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. **40.** Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. **41.** Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	**42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.**

B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. **44.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL PACIFICO NORTE

A continuación exponemos los puntos más relevantes que se consideraron para el proyecto.

El Pacífico Norte conforma la Región I según la Regionalización de los Mares Mexicanos (Rivera-Arriaga y Villalobos, 2001) que incluye la zona marina y costera del litoral occidental de la Península de Baja California. Su delimitación se basa en criterios ambientales y político-administrativos, como lo señala la Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas (SEMARNAT, 2007). Comprende el espacio de la interface continente-océano donde ocurre una diversidad de procesos socio-ecológicos que se manifiesta como conflictos ambientales, los cuales inciden en la gestión sustentable de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

La Región del Pacífico Norte se caracteriza por ser una zona de transición entre las regiones marinas templadas y tropicales, producto del encuentro de los grandes sistemas de corrientes marinas (Corriente Sub-ártica, Corriente de California y la Corriente Nor-Ecuatorial). Las surgencias estacionales del sistema de la Corriente de California contribuyen a mantener zonas de alta productividad primaria, que permiten el mantenimiento y la reproducción de diversas especies. La productividad en la región presenta una fuerte variación interanual por el impacto de los fenómenos a gran escala, como "El Niño".

Las numerosas bahías de la costa occidental de la Península de Baja California, que incluyen las de Guerrero Negro, Ojo de Liebre, San Ignacio y Magdalena, así como las islas del Pacífico Norte constituyen zonas de reproducción y/o crianza de aves marinas, tortugas marinas y de otras especies como la ballena gris. Esta región es de gran relevancia para la conservación del capital natural, encontrándose en ella seis áreas naturales protegidas del interés de la Federación.

La Región del Pacífico Norte se destaca por sus importantes pesquerías, que incluyen anchoveta, sardina, atún, abulón y langosta. Asimismo, se desarrolla la maricultura de diversas especies, entre éstas el atún, el abulón y la madreperla. En la zona costera existen importantes polos de desarrollo turístico (Cabo San Lucas), urbano-turístico (Ensenada-Rosarito) e industrial-servicios-urbano (Ensenada-Punta Colonet). A su vez, existen áreas con actividad agrícola como Camalú y San Quintín en B.C. y Cd. Constitución en B.C.S.

En virtud de lo anterior, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) formuló, en coordinación con las Dependencias competentes, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte, con el objeto de establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas específicas ubicadas en aguas marinas de jurisdicción nacional, incluyendo las zonas federales adyacentes.

El Proceso de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte inició en 2009 con la firma del "Convenio de Coordinación para la instrumentación del proceso tendiente a la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte, que suscriben las secretarías de Gobernación; Marina; Desarrollo Social; Medio Ambiente y Recursos Naturales; Energía; Economía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Comunicaciones y Transportes y Turismo, con la participación de Petróleos Mexicanos, la Comisión Federal de Electricidad, el

Estado de Baja California y el Estado de Baja California Sur", publicado en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) el 2 de septiembre de 2011.

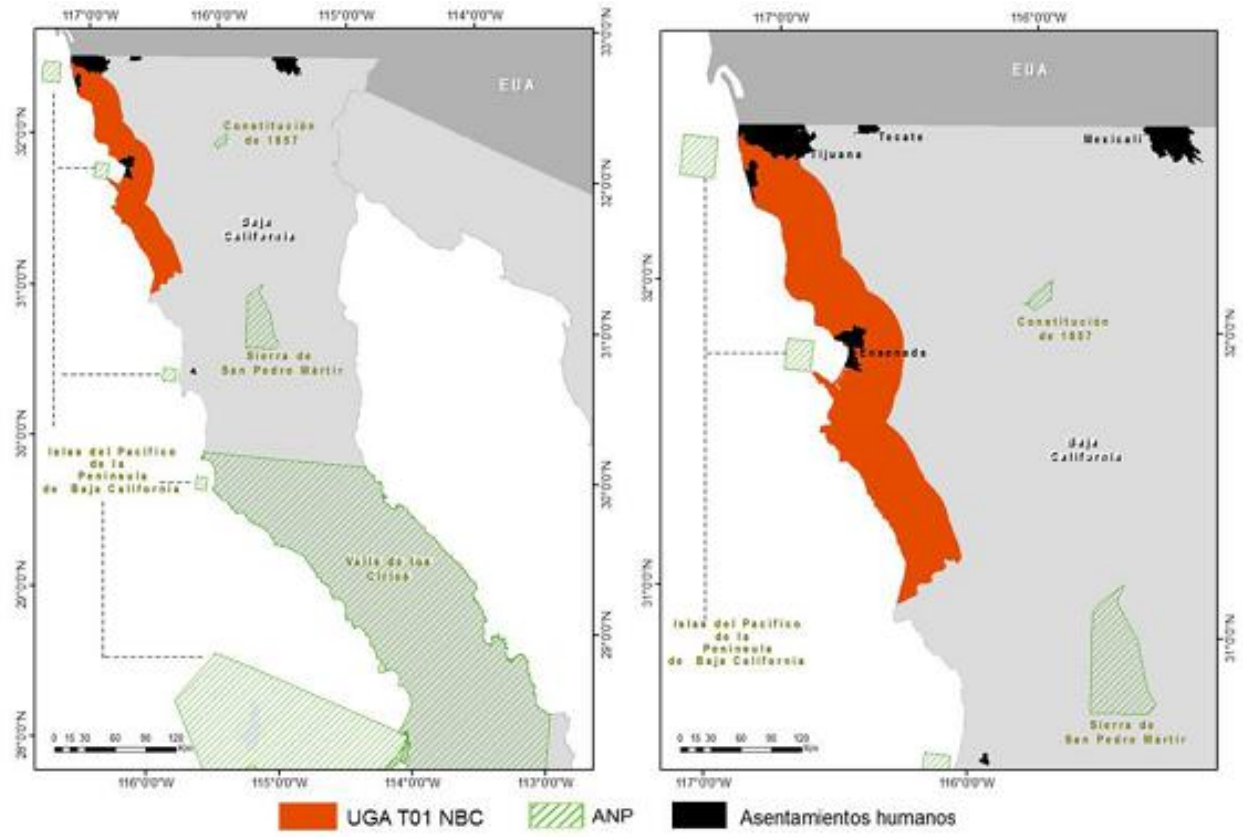
Posteriormente, el 5 de noviembre del 2009 se instaló el Comité de Ordenamiento Ecológico, instancia responsable de dar seguimiento al proceso. El Comité está integrado por representantes de las dependencias de la Administración Pública Federal y de los gobiernos estatales, así como por un representante de los municipios costeros por cada estado y un representante por cada uno de los siguientes sectores de la sociedad civil que desarrollan actividades en la región: pesca industrial, pesca ribereña, minería, turismo, acuacultura, agricultura y conservación.

Entre 2012 y 2014 se elaboraron los estudios técnicos de caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta cuyos documentos se incluyen en la bitácora ambiental. El estudio técnico incluyó el análisis de la situación actual y futura de procesos socioeconómicos, ambientales y de gobernanza; entre ellos se incluyeron un análisis de aptitud y de conflictos ambientales y la identificación de áreas prioritarias para la conservación (**Acuerdo Por El Que Se Da A Conocer El Programa De Ordenamiento Ecológico Marino Y Regional Del Pacífico Norte, 2018 texto íntegro)**.

Por lo cual nuestro proyecto cae en las siguientes UGAS:

UGA T01 NBC

Terrestre 1, Norte de Baja California



Síntesis

Extensión. 3,971 km2.

Cobertura. Chaparral (54%); matorral rosetófilo costero (10%); pastizal inducido (6%); vegetación de galería (1%); bosque de encino (1%); otros (28%). Municipios de Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada, B.C.

Áreas prioritarias para la conservación. Ramsar Estero Punta Banda (< 1%); RTP-9 Punta Banda-Eréndira (11%); RTP-10 Santa María-El Descanso (13%).

Recursos relevantes en conflictos ambientales. Chaparral (2,134 km2); matorral rosetófilo costero (378 km^2); sistema playa-dunas costeras (vegetación de dunas costeras, 4 km^2); acuíferos (Tijuana, disponibilidad: 0.44 hm^3; El Rosarito, disponibilidad: 1.5 hm^3; El Descanso, disponibilidad: 0.45 hm^3; Los Médanos, disponibilidad: 0.98 hm^3; La Misión, déficit: 2.29 hm^3; Guadalupe, déficit: 20.32 hm^3;

Ensenada, déficit: 6.85 hm^3; Maneadero, déficit: 17.57 hm^3; Santo Tomás, déficit: 4.90 hm^3; San Vicente, disponibilidad: 4.13 hm^3; Cañón La Calentura, déficit: 2.12 hm^3; Las Palmas, déficit: 4.24 hm^3).

Localidades con población mayor a 2,500 habitantes. Primo Tapia, Playas de Rosarito, Ampliación Ejido Plan Libertador, San Luis, Pórtico de San Antonio, La Joya, San Vicente, Colonia Benito García, Rodolfo Sánchez Taboada, Ensenada, El Sauzal, Tijuana.

Vulnerabilidad al cambio climático. Superficie con muy alta vulnerabilidad: 11 km2 (0.27%). Zonas críticas: Estero Punta Banda. Localidades en zonas de muy alta vulnerabilidad: 8 (77 habitantes).

Conflictos ambientales. Turismo-conservación, minería-conservación y urbano-conservación (calidad y consumo de agua; pérdida de chaparral, de matorral rosetófilo costero y del sistema playa-dunas costeras); urbano-agricultura (conversión de áreas agrícolas a urbanas); puertos-conservación (calidad del agua, alteración de hidrodinámica de la laguna, introducción de especies exóticas invasoras).

Escenario tendencial. En 25 años, la población crecerá 50%. La superficie de infraestructura turística crecerá 3,000%; la superficie urbana, 500% y la de minería de agregados pétreos, 40,000%. La superficie agrícola permanecerá constante. El consumo de agua y la generación de aguas residuales y residuos sólidos crecerán proporcionalmente. Los efectos subsecuentes serán (1) la disminución de la calidad del agua por contaminación; (2) el abatimiento de acuíferos; (3) la degradación de suelos y paisajes costeros por residuos sólidos; y (4) el consumo de suelo por la demanda de agregados pétreos. Estos efectos se manifestarán, particularmente, en el corredor Tijuana-Ensenada y en el Estero Punta Banda. Los efectos del cambio climático afectarán las poblaciones e infraestructura (portuaria, urbana y turística) en

Playas de Rosarito y en el Estero Punta Banda debido a la exposición al aumento del nivel del mar en zonas con una elevación menor a 5 msnm y a inundaciones asociadas a precipitaciones extremas en zonas con una elevación menor a 20 msnm con una pendiente menor a 2.

Escenario contextual. El fomento al turismo conducirá a la expansión de la infraestructura turística y portuaria. Lo que aumentará el riesgo de introducción de especies exóticas invasoras. El aumento en el consumo de agua ocasionará la intrusión salina en los acuíferos y la descarga de salmuera por la construcción de desalinizadoras. Ello exacerbará los efectos subsecuentes del escenario tendencial.

Escenario estratégico. La resolución de los conflictos ambientales supone (1) el incremento en la capacidad de tratamiento de aguas residuales y manejo integral de residuos sólidos; (2) el control de la extracción de materiales pétreos; (3) el establecimiento de un patrón de ocupación del territorio congruente con la conservación del chaparral, matorral rosetófilo costero y del sistema playa-dunas costeras y que concilie el crecimiento urbano con la producción agrícola; y (4) la prevención de la introducción de especies exóticas invasoras. La adaptación al cambio climático presupone: a) la protección de dunas costeras; y b) la formulación de medidas específicas para las zonas expuestas al aumento del nivel del mar y a inundaciones por precipitaciones extremas en zonas con elevaciones del terreno menores a 5 y 20 msnm, respectivamente.

Lineamiento ecológico. Preservar la integridad de los ecosistemas marinos y costeros. Prevenir la contaminación de los ecosistemas costeros y marinos debido a las descargas puntuales y no puntuales de aguas residuales no tratadas y de salmuera, en particular en el corredor Tijuana-Ensenada y en el Estero Punta Banda. Prevenir el abatimiento y la intrusión salina de los acuíferos. Prevenir los desequilibrios ecológicos generados por impactos ambientales indirectos, acumulativos y sinérgicos del aprovechamiento turístico, urbano, portuario, minero

y agrícola. Minimizar y prevenir los impactos ambientales sobre los ecosistemas prioritarios de chaparral, matorral rosetófilo costero y del sistema playa dunas costeras para posibilitar la adaptación al cambio climático. Establecer un patrón de ocupación que concilie el crecimiento urbano y turístico con la producción agrícola en el Valle de Maneadero

A esta UGA le aplican las estrategias y criterios ecológicos descritos en los anexos denominados 6.2 Catálogo de estrategias ecológicas y 6.3 Catálogo criterios ecológicos, con las siguientes claves de identificación:

Clave de UGA	Nombre de UGA	Tipo	Estrategias Ecológicas	Criterios Ecológicos
T01-NBC	Terrestre 1, Norte de Baja California	Terrestre	EA01, EA02, EB04, EB14, EB15, EC08, ES1, ES6	CA02, CA04, CA05, CA08, CA09, CA10, CA11, CA13, CB01, CB02, CB03, CB04,CB05, CB06, CB07, CB08, CB13, CC04, CC05, CS02, CS05, CS06, CS07

Vulnerabilidad costera al cambio climático

Superficie con vulnerabilidad muy alta y alta. 33 km^2 (0.82%).

Localidades en zonas de muy alta y alta vulnerabilidad. Campo Marisol, Buenos Aires, Familia Corona, Punta Piedra, La Grulla Sc (La Grulla), Campo Rivera, Parcela Número Ciento Diez (Rancho Carrillo), Parcela Número Ciento Trece (Ejido Nacionalista), El Cachanilla (Rancho Los Tamayos), Los Pocitos, Aislado El Salitral, Fracción Alvarado, Parcela Veintiuno (Ejido 27 de enero), Playas de Rosarito, Loma Linda, San Jorge (Ejido Nacionalista), Ninguno, Colonia Xochiltepec.

Población en zonas con vulnerabilidad muy alta y alta. 65,497 habitantes, en 19 localidades en zonas de muy alta yalta vulnerabilidad.

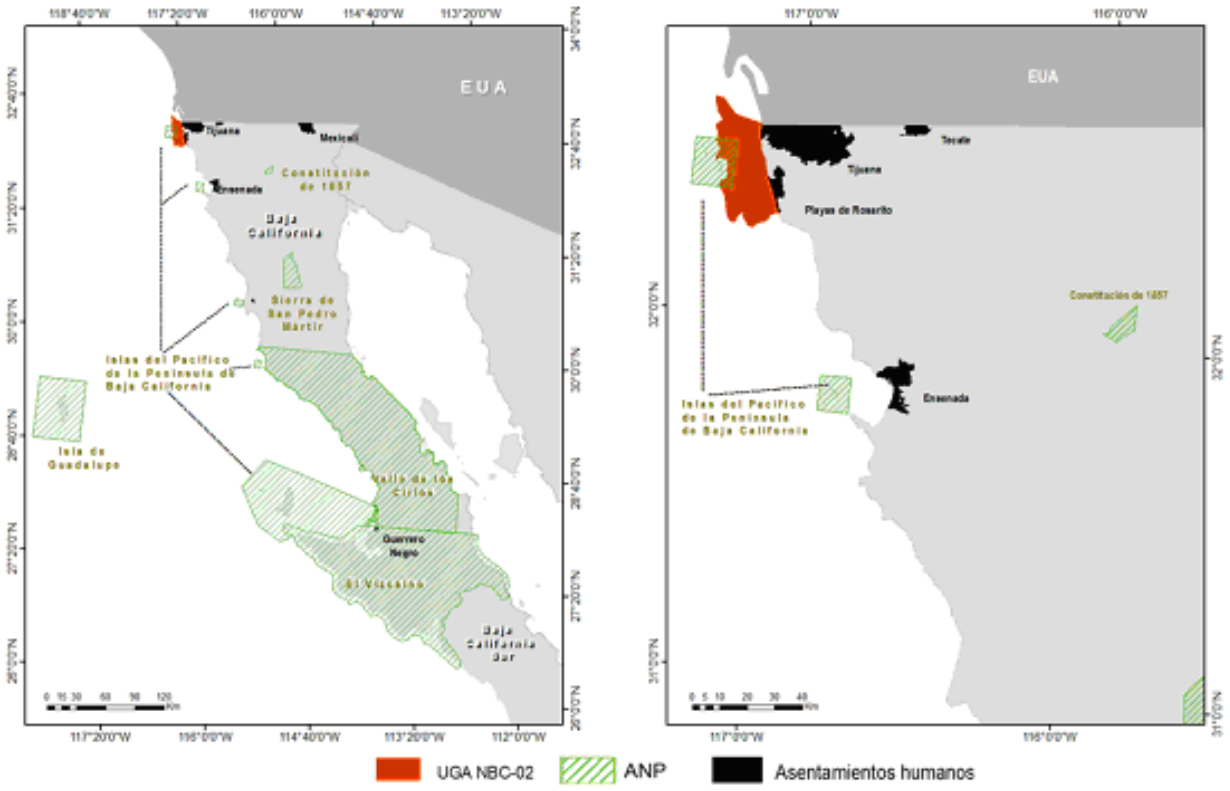
Zonas críticas. 1**. Playas de Rosarito.** Exposición muy alta por: a) aumento del nivel del mar > 70 mm en áreas con elevación < 5 msnm; y b) inundaciones por precipitaciones extremas en áreas con pendientes < 2 y elevaciones del terreno < 20 msnm. Susceptibilidad alta por: hidrodinámica, altura media de ola > 0.8 m. Vulnerabilidad por resiliencia: no aplica (significa que no se evaluó en la zona funcional de cuenca media y alta). 2**. Estero Punta Banda.** Exposición muy alta por: a) inundaciones por precipitaciones extremas en áreas con pendientes < 2 y elevaciones del terreno < 20msnm.; y b) aumento del nivel del mar > 70 mm en áreas con elevaciones del terreno < 5 msnm. Susceptibilidad alta por: hidrodinámica, altura media de ola > 0.8 m. Vulnerabilidad alta por baja resiliencia debido a: la ausencia de vegetación o sólo de vegetación halófila.

Elementos críticos para la adaptación al cambio climático. Dunas costeras, matorrales costeros.

El presente proyecto es congruente con las bases tanto de las estrategias ecológicas como en los lineamientos ecológicos que definen a esta UGA.

UGA NBC 02

Norte de Baja California 2



Síntesis

Extensión. 474 km2.

Cobertura. Epipelágica (1-200 m): 100%; mesopelágica (200-1000 m): 0%; batipelágica (1000-4000 m): 0%;abisopelágica (4000-6000 m): 0%.

Áreas naturales protegidas. RB Islas del Pacífico de la Península de Baja California (11.81%).

Áreas prioritarias para la conservación. GAP marino Corredor Pesquero Tijuana-Ensenada (91%); RMP-1Ensenadense (88%).

Recursos relevantes en conflictos ambientales. Pastos marinos; minerales de fondo marino y una zona de alta productividad biológica (bajo).

Localidades cercanas con población mayor a 2,500 habitantes. Primo Tapia, Playas de Rosarito, Ampliación Ejido Plan Libertador, San Luis, Pórtico de San Antonio, La Joya y Tijuana.

Sectores de mayor aptitud. Maricultura, pesca costera bentónica, pesca costera demersal y pesca costera pelágica.

Conflictos ambientales. Turismo-conservación, urbano-conservación (calidad del agua) y pesca oceánica-pesca deportiva (captura incidental de pez espada).

Escenario tendencial. En 25 años, en la porción terrestre contigua, la población crecerá 50%. La superficie de infraestructura turística crecerá 3,000% y la superficie urbana 500%. La captura incidental de pez espada por la pesca de tiburón se mantendrá constante. Los efectos subsecuentes serán (1) la disminución de la calidad del agua por contaminación; y (2) la afectación de la población del pez espada.

Escenario contextual. El estímulo al turismo en la porción terrestre conducirá a la expansión de la infraestructura turística. Ello ocasionará el aumento de la población, que conlleva un mayor crecimiento urbano y el incremento de descargas de aguas residuales y residuos sólidos. El desarrollo potencial de actividades mineras de fondo marino provocará la pérdida o degradación de comunidades bentónicas y pelágicas, y afectará tanto a las especies prioritarias como las especies objetivo de la pesca. Ello exacerbará los efectos subsecuentes del escenario tendencial.

Escenario estratégico. La resolución de los conflictos ambientales supone (1) el incremento en la capacidad de tratamiento de aguas residuales y la implementación de un manejo integral de residuos sólidos en la porción terrestre contigua; (2) el fomento de la pesca sustentable basada en el uso de artes de pesca selectivas; y (3) privilegiar la conservación de ecosistemas costeros y marinos sobre el aprovechamiento minero del fondo marino.

Lineamiento ecológico. Preservar la integridad funcional de los ecosistemas costeros y marinos de la UGA. Prevenir los desequilibrios ecológicos generados por impactos directos y a distancia debido al desarrollo turístico y urbano en la porción terrestre contigua. Minimizar y prevenir la captura incidental de pez espada. Conservar los pastos marinos. Prevenir los desequilibrios ecológicos generados por impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos de la minería de fondo marino. Preservar la integridad funcional de la zona de alta productividad biológica de los ecosistemas neríticos (bajo), que soporta el hábitat de especies prioritarias y el aprovechamiento de especies objetivo para la pesca.

A esta UGA le aplican las estrategias y criterios ecológicos descritos en los anexos denominados 6.2 Catálogo de estrategias ecológicas y 6.3 Catálogo criterios ecológicos, con las siguientes claves de identificación:

Clave de UGA	Nombre de UGA	Tipo	Estrategias Ecológicas	Criterios Ecológicos
NBC-02	Norte de Baja California 2	Marina	EA01, EA02, EB12,EB20, EB25, EC06,EC08, ES01	CA08, CA09, CA10,CA11, CB18, CB19,CB21, CB30, CB31,CS06, CANP

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

A continuación exponemos los puntos más relevantes que se consideraron para el proyecto.

La actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico para el estado de Baja California (POEBC) constituye un avance importante en materia de planeación ambiental para la entidad.

Se pretende que este instrumento de la política ambiental contribuya a la toma de decisiones en materia de planificación y gestión del territorio de Baja California.

El territorio se presenta como un concepto holístico, que deja de ser el soporte de las actividades humanas, para transformarse en un sistema complejo donde interactúan factores ambientales, económicos, sociales, políticos y culturales.

El Programa de Ordenamiento Ecológico se torna una herramienta que permite conciliar y armonizar el crecimiento al que ha estado sujeta la entidad por varias décadas, con la necesaria conservación de los recursos naturales para sostener e impulsar dicho crecimiento.

CARACTERIZACIÓN

El estado de Baja California se caracteriza por una fuerte variación espacial de las condiciones climatológicas, fisiográficas y edafológicas que se acompaña de un alto valor paisajístico. La fisiografía accidentada actúa como una barrera natural para la comunicación terrestre y el desarrollo territorial que integre, de manera homogéneo, las actividades económicas y sociales, bajo la perspectiva que da el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales con el propósito de disminuir los costos ambientales tanto local como regionalmente.

Metodología para la Regionalización

La Regionalización Ecológica consideró seis niveles jerárquicos determinados de la siguiente manera:

Zona Ecológica: Está determinada por el macroclima.

Provincia: Determinada por criterios de macroclima y estructuras geológicas de segundo orden.

Ambiente: Este elemento se estableció con base en los procesos físicos y biológicos, y tienen que ver con la influencia directa del océano-tierra, se utilizó una clasificación costera-terrestre.

Región: Se definió de acuerdo con la identificación de problemáticas socioeconómicas comunes y a las topoformas. Las regiones consideradas fueron:

Región A: Bahía de Los Ángeles - Paralelo 28

Región F: San Felipe - Bahía de Los Ángeles

Región M: Mexicali y Valle

Región Pb: Pb Playas de Rosarito - Punta Banda

Región Q: Punta Banda - San Quintín

Región Qp: San Quintín - Paralelo28

Región S: Sierras

Región T: Tecate

Región Ti: Tijuana

Cuadro de Criterios de clasificación para la regionalización

Zona	Provincia	Ambiente	Región	Sistema	Subsistema
Macroclima	Macroclima y estructuras geológicas de segundo orden	Procesos físicos y biológicos a escala macro	Problemática social y económica y topoformas	Costero: geomorfología y oceanografía Terrestre: hidrología	Costero: Fisiografía Terrestre: fisiografía y vegetación

Zona árida	1.Sierras de Baja California 2.Desierto de Altar 3.Desierto de Sebastián Vizcaíno	.1 Costero	M Mexicali y Valle .F San Felipe-Bahía de Los Ángeles .A Bahía de Los Ángeles-Paralelo 28 .T Tecate .Ti Tijuana Pb Playas de Rosarito-Punta Banda .Q Punta Banda-San Quintín .Qp San Quintín-Paralelo28 .S Sierras	.1 Submareal .2 Litoral Protegido .3 Litoral semi-protegido .4 Litoral expuesto .1 Costas con acantilados .2 Costas sin acantilados .3 Dunas .4 Lagunas costeras

		Terrestre		.1 RH1: Cuenca A .2 RH1: Cuenca B .3 RH1: Cuenca C .4 RH2: Cuenca B .5 RH2: Cuenca C .6 RH4: Cuenca A .7 RH4: Cuenca B .8 RH5: Cuenca B .9 RH5: Cuenca C .10 RH7: Cuenca A .11 RH7: Cuenca B	.1 Sierras .2 Lomeríos .3 Bajadas .4 Llanuras .5 Cañones .6 Planicies .7 Dunas .8 Aguas Interiores .9 Valles .10 Mesetas Tipo de vegetación: a) Mediterráneo b) Desierto sonorense c) Desierto central

Diagnóstico del sistema territorial en Baja California

Para determinar la división territorial en términos de ordenamiento territorial el estado se dividió en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), la cual se define como unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas. Debido a que solo existen cinco municipios y uno de ellos ocupa el 75% de la superficie del estado (Ensenada) se consideró la necesidad de agrupar las UGA´S de acuerdo a la delimitación de cuencas hidrológicas de esta manera el estado de Baja California queda conformado por 13 UGA´S.

No obstante, para el diseño y análisis del ordenamiento ecológico se ha considerado necesario dividir el territorio en unidades de paisaje, que se define como la unidad

mínima de división del territorio la cual se delimita con base en criterios geomorfológicos, tipos de vegetación y fisiográficos (topoformas).

Metodología para la evaluación de la aptitud del territorio

Se realizó un proceso de confrontación y valoración de cualidades de cada unidad territorial, de acuerdo con las condiciones que exige cada uso a evaluar. De tal manera que los usos del suelo valorados fueron los siguientes:

1. Sector Urbano
2. Suburbano
3. Agrícola
4. Pecuario
5. Turismo
6. Turismo Baja Densidad
7. Conservación
8. Forestal
9. Minería

El Ordenamiento Ecológico, considera los elementos económicos, sociales, ambientales y de gestión, bajo una perspectiva de sustentabilidad, donde se hagan compatibles las aptitudes y capacidades del territorio del estado de Baja California, buscando con ello una distribución equitativa de los recursos existentes.

a) Objetivos Generales.

- Identificar las aptitudes y capacidades del territorio tanto en términos técnicos como normativos
- Determinar los factores económicos, sociales, ambientales y de gestión que justifican la necesidad del Ordenamiento Ecológico.
- Precisar los lineamientos, acciones, estrategias y programas que dan sustento el Ordenamiento Ecológico en el Estado.
- Establecer los lineamientos generales normativos para la regulación del Ordenamiento Ecológico con base en los instrumentos jurídicos existentes.

- Regular los factores ambientales, urbanos, sociales y económicos, presentes en el territorio, con el propósito de fomentar un desarrollo urbano más equilibrado.
- Promover un desarrollo de actividades económicas en el estado y los municipios bajo un enfoque del desarrollo sustentable, considerando a los tres órdenes de gobierno.
- Promover una mejora en la calidad del medio ambiente tomando en cuenta a todos los actores que intervienen en el territorio.
- Reducir los impactos negativos que podrían causar la falta de abastecimiento de agua en el Estado.
- Mejorar la calidad de vida, a través del fomento al empleo de los habitantes de cada región del Estado y de la protección de los recursos y servicios ambientales.

Política de Aprovechamiento Sustentable.

Esta política tiene por objeto mantener la integridad funcional del territorio, proporcionando medidas técnicas normativas para que la utilización de los recursos naturales genere el menor impacto al medio ambiente.

Para lograr lo anterior se establecen tres variantes:

Aprovechamiento Sustentable con Consolidación (AC)

Aprovechamiento Sustentable con Impulso (AI).

Aprovechamiento Sustentable con Regulación (AR).

Política de Protección.

La política tiene por objetivo resguardar aquellas áreas con ecosistemas que, dada su enorme riqueza biótica de especies endémicas de flora y fauna, su grado de fragilidad y conservación requieren contar con las medidas técnicas y normativas necesarias para asegurar la integridad de los sistemas naturales. Además aplica en las zonas que se localizan en sitios con riesgos naturales altos y muy altos.

Se permite el uso y el manejo sustentable de los recursos naturales existentes, siempre y cuando se aplique la normatividad para prevenir el deterioro ambiental y se promueva la restauración de algunos sitios dañados.

Esta política aplica en ecosistemas de relevancia ecológica, que cuentan con recursos naturales únicos y de importancia económico regional que ameritan ser salvaguardados. El uso consuntivo y no consuntivo de los recursos naturales requieren contar con estudios técnicos, y realizarse bajo programas de manejo integral, y en las Áreas Naturales Protegidas de acuerdo a lo establecido en su declaratoria y en su Programa de Conservación y Manejo.

La política de protección ofrece dos variantes:

Protección con Uso Activo (PUA).
Protección con Uso Pasivo (PUP).
Política para Áreas Especiales de Conservación (AEC).

La política se asigna en áreas que cuentan con características ecológicas excepcionales, presencia de especies endémicas, de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación, que se identifiquen como: en peligro de extinción, amenazado, sujetas a protección especial, áreas frágiles y los patrimonios naturales y culturales. En estas áreas se adoptarán medidas específicas para su conservación, de manera independiente de la política general que se aplique en la zona.

A continuación se presentan las áreas que se consideran como Áreas Especiales de Conservación (AEC):

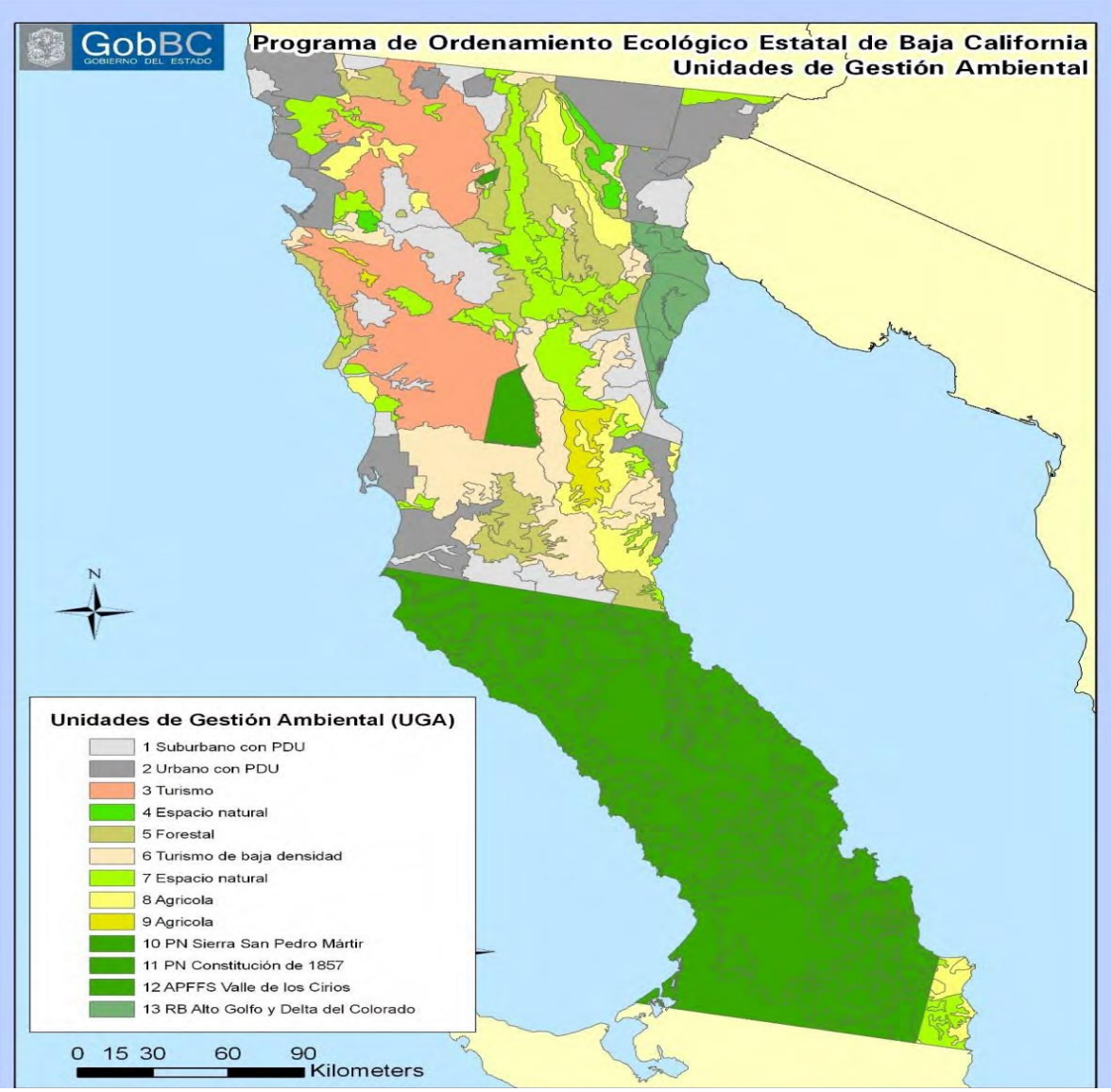
- Ecosistemas frágiles: Lagunas costeras, esteros, estuarios, humedales, marismas y dunas.
- Áreas de importancia ecológica: Zonas de recarga de acuíferos, zonas de transición y/o ecotonos, hábitats de especies de flora y fauna endémicas y en status de protección, áreas de refugio y reproducción, áreas

representativas de ecosistema de desiertos y zona mediterránea, así como los ecosistemas riparios.

- Patrimonios culturales y naturales: Áreas Naturales Protegidas, Monumentos inmuebles, sitios arqueológicos y paleontológicos, Monumentos Naturales, Áreas de belleza paisajística.

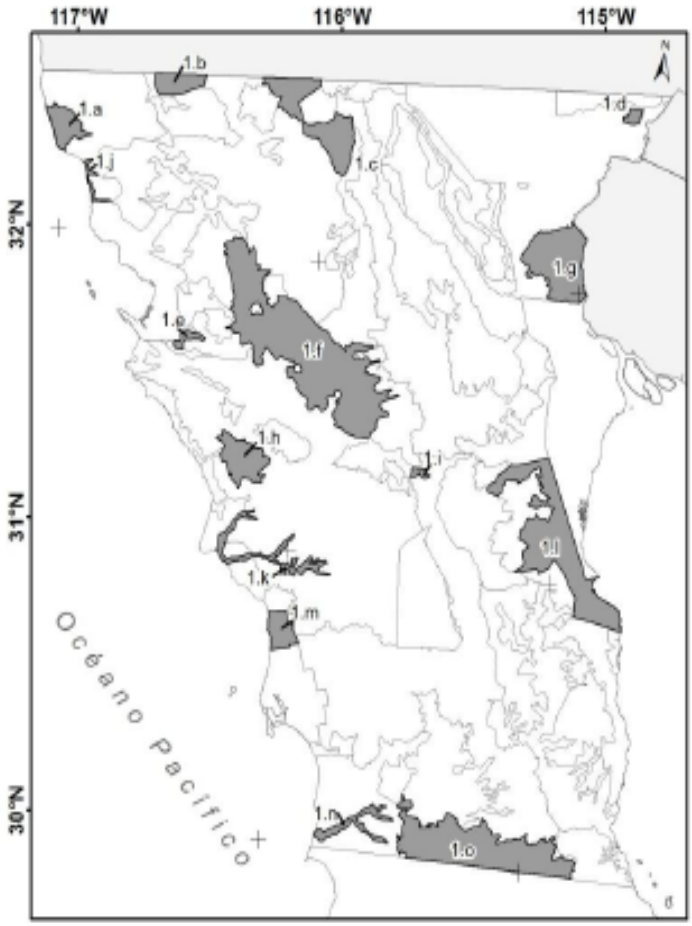
Políticas generales y particulares por Unidad de Gestión Ambiental (UGA)

El Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Baja California es el resultado del análisis de los factores físicos, biológicos y socioeconómicos de la entidad, que se resume en un mapa donde se señalan las Unidades de Gestión Ambiental y la política aplicable a cada una de ellas.



Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	UGA-1

Clave de Unidades de Paisaje que la integran	Superficie (ha)
1.2.S.2.1.a-6	20109.212
1.2.S.2.2.a	3035.004
1.2.S.6.1.b-2	1564.885
1.2.S.11.2.a-2	36580.577
1.2.S.2.1.a-8	100507.941
1.2.S.3.4.a-3	46941.881
1.2.S.1.1.c-2	37366.024
1.2.S.1.10.c-2	41558.432
1.2.Pb.3.4.a-2	1967.193
1.2.Q.2.4.a-6	14514.900
1.2.Qp.1.4.a-1	9136.671
2.2.M.10.4.b	42641.045
1.2.T.3.2.a-1	11063.753
1.2.Pb.3.4.a-3	12451.610
1.2.Q.2.4.a-5	10669.344
2.2.F.6.4.b-1	19911.384
2.2.F.6.4.b-1	19198.030
2.2.F.6.4.b-1	37270.666
2.2.M.11.4.b-3	2765.662



Rasgo de identificación	(CP) Centro de Población: CP-Playas de Rosarito; CP-Tecate; CP-Ciudad Morelos; CP-San Felipe; CP-Vicente Guerrero
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable

Lineamientos ecológicos y/o metas:

POLÍGONO DE LA UGA-1	LINEAMIENTO 1 AGRICULTURA DE RIEGO	LINEAMIENTO 2 AGRICULTURA DE TEMPORAL	LINEAMIENTO 3 ASENTAMIENTOS HUMANOS	LINEAMIENTO 4 ACUICULTURA	LINEAMIENTO 5 VEGETACIÓN	LINEAMIENTO 6 PLANTACIONES FORESTALES	LINEAMIENTO 7 PASTIZALES
1.a	*El 100% de la superficie con agricultura de riego se mantiene sin cambios de uso del suelo*	*EL 70% de la superficie con agricultura de temporal se mantiene con ese uso.*	*El 100% de los fraccionamientos para vivienda urbana se construyan dentro del fundo legal definido en el Programa de Desarrollo Urbano de los centros de población vigente y se conserva el 20% de la vegetación en el perímetros de estos proyectos*		*El 90% de la vegetación primaria y secundaria se mantiene sin cambios hacia otros usos del suelo.*		*Se mantiene la superficie de pastizales*
1.b							
1.f							
1.j							

Uso del Territorio (INEGI Carta de uso de suelo y vegetación serie IV, 2010)								
UGA-1 / POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	% AGRICULTURA RIEGO	% AGRICULTURA TEMPORAL	% VEGETACION PRIMARIA Y SECUNDARIA	% PASTIZALES INDUCIDOS O CULTIVADOS	% PLANTACIONES FORESTALES	% ACUÍCOLA	% ASENTAMIENTOS HUMANOS
1.a	13987.00	0.62	34.66	21.53	15.48	0.00	0.05	27.67

Criterios de regulación ecológica:

UGA: 1.a, 1.l, 1.m, 1.n, 1.i, 1.j, 1.k
SUBURBANO: AH1 AL AH16
TURISMO: TU01 AL TU13
HUELLA ECOLOGICA: HE02, HE04 AL HE15
INDUSTRIAL: IND01 AL IND18
PECUARIOS: PE01 AL PE06
CONSERVACIÓN: CON01 AL CON05, CON06 AL CON15
HIDROLOGICO: HIDRO01 AL HIDRO08
CAMINOS: CAM01 AL CAM03
AGRICULTURA: AGR01 AL AGR04
MINERIA: MIN07, MIN10 AL MIN22

Observaciones particulares UGA-1:

Superficie total: 469,254.213 hectáreas

Cobertura vegetal: Matorral xerófilo, agrícola-pecuaria-forestal

Región Terrestre Prioritaria (CONABIO): Sierra de Juárez; Punta Banda-Eréndira; Valle de los Cirios; Delta del Colorado; San Telmo-San Quintín, y Santa María-El Descanso

Presencia de UMA: Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (Conservación, Manejo y Aprovechamiento cinegético)

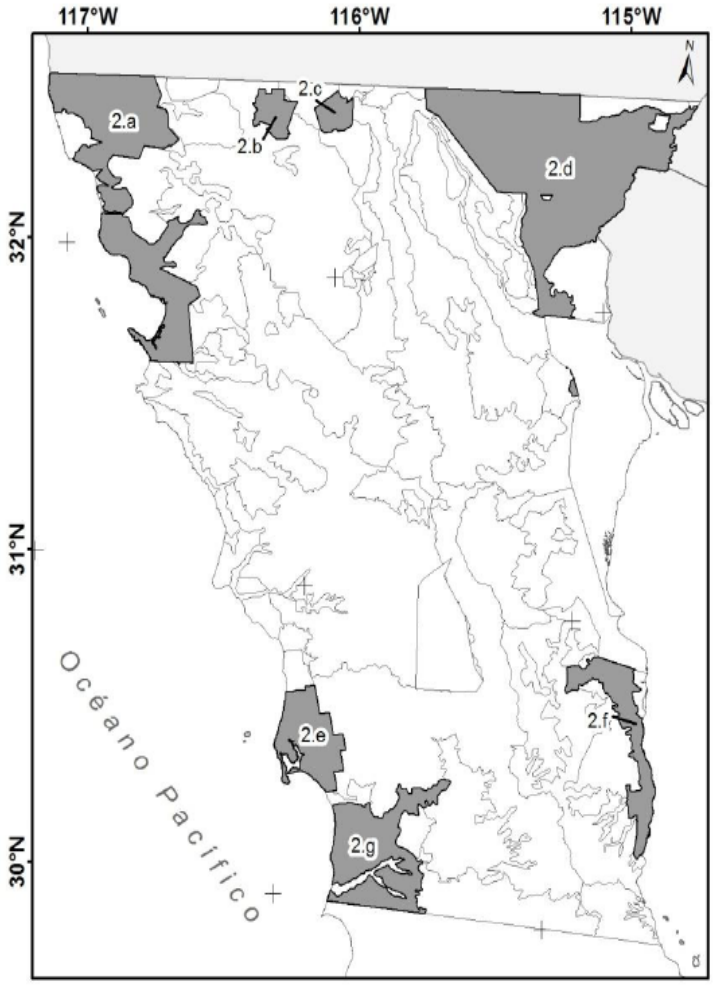
Sitios Ramsar: Bahía San Quintín, y el Estero de Punta Banda que colinda con la Unidad de Gestión Ambiental 1.e

Indicadores de Diagnóstico: Riesgo: bajo, medio, alto / Conflicto ambiental: bajo, medio , alto, muy alto

Topoformas presentes: Llanuras, mesetas y lomeríos

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	UGA-2

Clave de Unidades de Paisaje que la integran	Superficie (ha)
1.2.Qp.1.1.a	91716.736
1.2.Q.1.2.a-2	52207.584
1.2.Ti.3.1.a-3	12023.835
1.2.S.11.2.a-2	12547.999
1.2.S.3.2.a-2	16196.369
2.2.F.6.4.b-1	51399.818
2.2.M.11.4.b-3	135561.940
2.2.M.11.4.b-3	8806.791
1.2.Pb.3.4.a-1	36802.319
2.2.M.7.4.b-8	137469.007
1.2.Ti.3.2.a-5	82987.372
1.2.Pb.3.10.a	41938.880



Rasgo de identificación	Centro de población (CP): CP-San Quintín, CP-Luis Echeverría (El Hongo), CP-La Rumorosa, CP-Guadalupe Victoria, CP-Mexicali, CP-Tijuana, CP-Ensenada
Política ambiental	Aprovechamiento Sustentable

Lineamientos ecológicos y/o metas:

POLÍGONO DE LA UGA-2	LINEAMIENTO 1 AGRICULTURA DE RIEGO	LINEAMIENTO 2 AGRICULTURA DE TEMPORAL	LINEAMIENTO 3 ASENTAMIENTOS HUMANOS	LINEAMIENTO 4 ACUICULTURA	LINEAMIENTO 5 VEGETACIÓN	LINEAMIENTO 6 PLANTACIONES FORESTALES	LINEAMIENTO 7 PASTIZALES
2.a	*El 100% de la superficie con agricultura de riego se mantiene sin cambios de uso del suelo*	*EL 70% de la superficie con agricultura de temporal se mantiene con ese uso.*	*El 100% de los fraccionamientos para vivienda urbana se construyen dentro del fundo legal definido en el Programa de Desarrollo Urbano de los centros de población vigente y se conserva el 20% de la vegetación en el perímetro de estos proyectos.*		*El 90% de la vegetación primaria y secundaria se mantiene sin cambios hacia otros usos del suelo.*		*Se mantiene la superficie de pastizales*

Uso del Territorio (INEGI, Carta de uso de suelo y vegetación serie IV, 2010)								
UGA-2 / POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	% AGRICULTURA RIEGO	% AGRICULTURA TEMPORAL	% VEGETACION PRIMARIA Y SECUNDARIA	% PASTIZALES INDUCIDOS O CULTIVADOS	% PLANTACIONES FORESTALES	% ACUÍCOLA	% ASENTAMIENTOS HUMANOS
2.a	194848.54	6.50	13.98	46.63	10.26	0.60	0.43	21.61

Criterios de regulación ecológica:

UGA: 2.a
SUBURBANO: AH1 AL AH16
TURISMO: TU01 AL TU13
FORESTAL: FO04 AL FO08
HUELLA ECOLOGICA: HE01 AL HE07; HE09 AL HE 15
INDUSTRIAL: IND01 AL IND18
PECUARIO: PE01 AL PE06
CONSERVACIÓN: CON01 AL CON05, CON07 AL CON15
HIDROLOGICO: HIDRO01 AL HIDRO08
CAMINOS: CAM01 AL CAM03
AGRICULTURA: AGR01 AL AGR06
MINERIA: MIN07; MIN10 AL MIN22
ACUACULTURA Y PESCA: ACIP01 AL ACIP 09

Observaciones particulares UGA-2:

Superficie total: 679,658.649 hectáreas

Cobertura vegetal: Matorral xerófilo; Agrícola-Pecuaria-Forestal, Bosque de Coníferas

Región Terrestre Prioritaria (CONABIO): Sierra de Juárez; Delta del Colorado; San Telmo-San Quintín, y Santa María-El Descanso

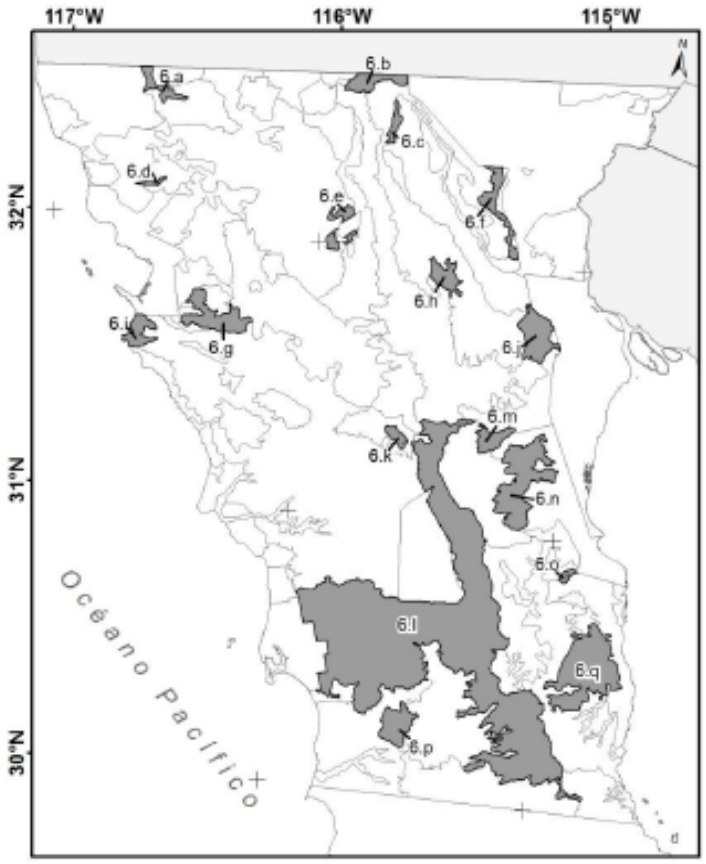
UMA: Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (Conservación, Manejo y Aprovechamiento cinegético)

Indicadores de Diagnóstico: Riesgo: bajo, medio, alto / Conflicto ambiental: medio alto, muy alto

Topoformas presentes: Llanuras, mesetas y lomeríos

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	UGA-6

Clave de Unidades de Paisaje que la integran	Superficie (ha)
1.2.Ti.3.1.a-4	1124.843
2.2.M.7.4.b-3	3578.744
1.2.S.2.9.a-1	3260.543
1.2.S.3.9.a-3	6102.774
2.2.M.7.2.b-2	7243.926
2.2.M.11.2.b-1	8512.383
1.2.S.11.2.a-1	1276.599
1.2.S.6.9.b-2	7374.965
1.2.S.6.9.b-4	277.451
1.2.S.6.2.b-2	424.649
1.2.S.6.9.b-5	1607.141
1.2.S.6.9.b-3	4545.205
1.2.S.6.9.b-1	31932.568
1.2.S.6.1.b-1	1647.827
1.2.F.6.3.b-2	31242.906
1.2.S.1.4.a-2	9971.101
1.2.S.1.1.c-1	13116.924
1.2.Q.1.4.a-2	8546.041
1.2.F.6.3.b-1	15907.152
1.2.S.1.4.a-1	179328.898
1.2.F.6.4.c-3	1871.453
1.2.F.1.4.c-3	78678.733
1.2.Q.2.9.a-2	6727.309
2.2.F.7.4.b-1	37.754
1.2.S.6.10.b-1	41934.557
1.2.S.6.10.b-1	48497.432
1.2.M.11.4.b	10677.501
2.2.M.11.1.b	8938.418
1.2.S.2.1.a-4	18053.819
1.2.Q.2.9.a-3	824.830
2.2.M.7.2.b-1	8454.274
1.2.T.3.2.a-2	5854.731



Rasgo de identificación	Ejido El Porvenir (Parte norte); San Antonio; Ejido San Jacinto (junto a este); Los Bandidos, Arroyo del Sauzal; Sierra las Pintas; Ejido Plan Nacional Agrario; Ejido Francisco R. Serrano; Ejido Tepi; Llanos San Fermín, Valle de los Cirios; Las Hilachas (Ejido Reforma Agraria Integral), El Agua Escondida; Los Mártires (Ejido Reforma Agraria Integral), El Pozo; Rancho El Quiote; Ejido Delicias, Sierra San Felipe; Campamento Francisco Villa 2, Rancho Soto; Reforma Agraria; Ejido Reforma Agraria Integral, Valle de los Cirios, Mesa Matomí; Puerto Santo Tomás, Campo Cañada Islote; Cerros La Virgen y Lágrimas de Apache; Sierra de San Pedro Mártir; Colonia Sainz Domínguez; Nuevo Oasis - Casa de Piedra; Rancho Los Gavilanes, El Tecolote; Rancho Don Chuy, La Bocana; Cerro El Capirote, Ampliación Ejido Las Tinajas; Cañada El Carrizo, Paso del Águila
Política ambiental	Conservación

Lineamientos ecológicos y/o metas:

POLÍGONO DE LA UGA-6	LINEAMIENTO 1 AGRICULTURA DE RIEGO	LINEAMIENTO 2 AGRICULTURA DE TEMPORAL	LINEAMIENTO 3 ASENTAMIENTOS HUMANOS	LINEAMIENTO 4 ACUICULTURA	LINEAMIENTO 5 VEGETACIÓN	LINEAMIENTO 6 PLANTACIONES FORESTALES	LINEAMIENTO 7 PASTIZALES
6.a		*EL 70% de la superficie con agricultura de temporal se mantiene con ese uso.*			*El 90% de la vegetación primaria y secundaria se mantiene sin cambios hacia otros usos del suelo.*		*Se mantiene la superficie de pastizales*

Uso del Territorio (INEGI, Carta de uso de suelo y vegetación serie IV, 2010)

UGA-6 / POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	% AGRICULTURA RIEGO	% AGRICULTURA TEMPORAL	% VEGETACION PRIMARIA Y SECUNDARIA	% PASTIZALES INDUCIDOS O CULTIVADOS	% PLANTACIONES FORESTALES	% ACUÍCOLA	% ASENTAMIENTOS HUMANOS
6.a	6587.02	0.00	0.31	92.38	6.76	0.00	0.39	0.17

Criterios de regulación ecológica:

UGA: 6.a
TURISMO: TU01, TU12, TU10
FORESTAL: FO01 AL FO08
PECUARIOS: PE01 AL PE06
CONSERVACIÓN: CON01, CON02, CON14 AL CON16
AGRICULTURA: AGR01 AL AGR6
MINERIA: MIN01 AL MIN22
CAMINOS: CAM01 AL CAM03
HIDROLOGICO: HIDRO01 AL HIDRO08
SUBURBANO: AH1 AL AH16
EOLICOS: EO07
HUELLA ECOLOGICA: HE02, HE04 AL HE 15

Observaciones particulares UGA-6:

Superficie total: UGA: 567,573.450 hectáreas

Cobertura vegetal: Matorral xerófilo, Agrícola-Pecuaria-Forestal

Región Terrestre Prioritaria (CONABIO): Sierra de Juárez, Delta del Colorado, San Telmo-San Quintín, Sierra San Pedro Mártir, Punta Banda-Eréndira, Santa María-El Descanso.

Presencia de UMA: Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (Conservación, Manejo y Aprovechamiento cinegético)

Indicadores de diagnóstico: Riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto / Conflicto ambiental: muy bajo, medio

Topoformas presentes: valles, bajadas, mesetas, llanuras, sierras y lomeríos

Para Verificar Ampliamente Los Criterios De Regulación Ecológica, Favor De Ver El POE Del Estado. Los cuales se vinculan correctamente con nuestro proyecto al referir a la creación de sistemas más útiles para el saneamiento de la aguas residuales y así mismo que sean amigables con el ambiente.

PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO URBANO, TURÍSTICO Y ECOLÓGICO DEL CORREDOR COSTERO TIJUANA-ROSARITO-ENSENADA.

A continuación exponemos los puntos más relevantes que se consideraron para el proyecto.

OBJETIVO GENERAL Formular la estrategia de ordenamiento territorial para el corredor costero con base en la aptitud de la zona, con una visión regional de largo plazo, que integre de manera armónica el desarrollo urbano y el ambiente, que coadyuve al desarrollo económico considerando las capacidades sociales e institucionales locales y las oportunidades de posicionamiento económico regional con principios de desarrollo sustentable.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Fortalecer el Sistema de Ciudades del corredor de manera integral mediante una estructura vial regional eficiente y un sistema de transporte metropolitano de acuerdo con la dinámica del corredor.
- Identificar e Impulsar las zonas homogéneas del Corredor por aptitud territorial y potencial de desarrollo económico.
- Implementar instrumentos de administración urbana y políticas públicas de carácter metropolitano para orientar adecuadamente el desarrollo del corredor dentro de una visión de desarrollo sustentable.
- Generar estrategias de desarrollo integral de mejoramiento de la calidad de vida de las zonas marginadas.
- Identificar las adecuaciones necesarias a las leyes y reglamentos de orden municipal y estatal para la implementación del Programa.
- Promover la normatividad para el desarrollo del Corredor Costero que aproveche de manera sustentable los recursos naturales.
- Promover los proyectos de infraestructura regional, energética y de servicios que impulsen el desarrollo económico.

- Establecer los criterios de desarrollo urbano que regulen la ocupación y las demandas de suelo, de acuerdo con la aptitud del COCOTREN y el marco normativo existente.
- Establecer los criterios de desarrollo urbano en las zonas de infraestructura regional, energética y de servicios, regulando la compatibilidad de usos de suelo.
- Promover la inversión en obras de infraestructura de agua potable, de comunicaciones y equipamiento regional, con proyectos estratégicos para el desarrollo sustentable.
- Promover la calidad de la imagen en los desarrollos urbanos, integrada al atractivo del paisaje natural y escénico turístico del corredor.
- Incentivar el desarrollo integral de la zona con la participación de las Asociaciones público-privadas.
- Promover la elaboración de los programas de planeación y administración del Corredor Costero con un enfoque integral, mediante un proceso participativo de cooperación intermunicipal, con visión que considere el ámbito regional metropolitano, la costa y el medio marítimo.

ASPECTOS RELEVANTES DEL PROGRAMA DEL CORREDOR COSTERO TIJUANA, ROSARITO, ENSENADA.

Condicionantes de desarrollo observadas por el programa del COCOTREN

El programa identificó las condiciones para el desarrollo en materia urbana, turística y de preservación de áreas naturales, las condiciones de desarrollo identificadas prácticamente se han mantenido constantes, con la excepción del mejoramiento en la dotación de servicios en las principales áreas urbanas. Sin embargo, en lo relativo a los problemas de tenencia del suelo, la tendencia de crecimiento en área urbanas, la creciente demanda de recursos, el aumento de los problemas por contaminación y la falta de visión de desarrollo para el corredor, son temas que muestran una tendencia a reducir la competitividad económica y la calidad de vida en el corredor.

RESUMEN DE LAS CONDICIONANTES IDENTIFICADAS EN EL PROGRAMA.
URBANAS
Altas tasas de crecimiento demográfico, tendencias de concentración en tres localidades.
Altas expectativas de empleo en zonas con mayor crecimiento demográfico.
Incertidumbre en la tenencia de la tierra (ejidal, privada, pequeña propiedad, ZOFEMAT).
Crecimiento urbano fuera del control de las autoridades locales.
Crecimiento en necesidades de vivienda para cubrir déficit existente y la generada por crecimiento poblacional adicional
Déficit en equipamiento básico (drenaje, electricidad, agua potable en vivienda, áreas recreativas, espacios culturales).
Demanda creciente de agua potable residencial, comercial e industrial.
Contaminación por emisiones al aire y descargas en arroyos y océano.
Riesgos a desastres naturales y antropogénicos.
Asentamientos humanos en zonas no aptas o de alto riesgo.
TURISTICAS
Incertidumbre en la tenencia de la tierra.
Limitada oferta de agua para las necesidades de la actividad turística.
Desincentivos para la inversión derivada de la incertidumbre en la tenencia.
Incertidumbre en la definición de jurisdicciones administrativas sobre el suelo (ZOFEMAT, Estatal, Municipal) con uso turístico en zonas costeras
Ausencia de una imagen que identifique y posicione al COCOTEN como destino único turístico al nivel regional, nacional, y sobre todo en el mercado internacional (Estados Unidos, Canadá, Asia, Europa).
Escasa diversificación de la oferta y atractivos turísticos (naturales, culturales, históricos, artísticos, actividades programadas).
Desaprovechamiento de atractivos y potenciales turísticos y recreativos en las zonas rurales dentro del corredor y en zonas aledañas a éste (Valle de Guadalupe, Valle de las Palmas, zonas rurales de Playas de Rosarito).

Ausencia de posicionamiento de los potenciales turísticos, comerciales, pesqueros, agroindustriales de la zona. Necesidad de identificar y poner en valor las ventajas competitivas del corredor.
Diseñar programas promocionales orientados a segmentos específicos de mercado (mexicoamericano, retirados, turismo familiar, ecoturismo, turismo social, turismo rural, turismo náutico, etc.).
Ausencia de imagen urbana definida para localidades-destino (Playas de Rosarito, Puerto Nuevo- Popotla) en función de los recursos y atractivos turísticos más importantes.
PARA LA PROTECCION DE AREAS NATURALES
Ausencia de una estrategia que visualice la protección de áreas naturales específicas como una ventaja potencial adicional para el aprovechamiento de los recursos y atractivos turísticos manteniendo la singularidad natural como un factor de valorización regional.
Incertidumbre en la tenencia de la tierra
Falta de programas específicos de desarrollo en zonas rurales para el aprovechamiento y protección de áreas naturales en un esquema de apoyo a microempresarios turísticos rurales
Escasa participación de la comunidad en programas de protección.

Los instrumentos de ordenamiento y regulación del Sistema Nacional de Planeación Democrática de orden nacional, estatal y municipal que aplican para el Programa del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada son los siguientes:

Ámbito Federal:

- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.
- Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018.
- Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial, y Urbano 2013-2018.
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.
- Plan Nacional de Infraestructura 2014-2018.

- Programa Sectorial de Turismo 2013-2018.
- Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico del Corredor Tijuana-Rosarito- Ensenada, Baja California 2006 (FONATUR).

Ámbito Estatal:

- Plan Estratégico de Baja California 2013-2019.
- Plan Estatal de Desarrollo 2020-2024.
- Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2009-2013.
- Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California 2014.
- Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana, Rosarito Ensenada 2001.
- El Proyecto de Programa Estatal de Infraestructura.

Ámbito Municipal:

- Plan Municipal de Desarrollo de Tijuana 2020-2021.
- Plan Municipal de Desarrollo de Playas de Rosarito 2014-2016.
- Plan Municipal de Desarrollo de Ensenada 2014-2016.
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano Tijuana 2009-2030.
- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030.
- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Playas de Rosarito 2007-2020.
- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Primo Tapia 2010.
- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Ensenada 2009-2030.
- Programa Parcial de Crecimiento de Playas de Tijuana 2008-2030.
- Programa Parcial de Mejoramiento Urbano de la Zona del Centro de Convenciones de Playas de Rosarito.
- Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Industrial El Sauzal.

Entre el año 2000 y el 2010 la superficie ocupada del corredor registró un crecimiento de aproximadamente 2,700 hectáreas, es decir un 90% más del crecimiento registrado en el periodo anterior, lo que significó un crecimiento anual promedio de 270 hectáreas; la absorción de áreas naturales se incrementó en casi 2.5 puntos porcentuales.

Considerando las políticas del Programa del COCTREN aprobado, un 4% (104 hectáreas) se ocuparon con usos diferentes a los asignados, un 11% de la ocupación observada en el período 2000-2010 está respaldada por el proceso formal de autorización de acciones de urbanización. La superficie ocupada que no ha sido autorizada es de aproximadamente 2,300 hectáreas y está distribuida en todas las zonas, destacando un 54% fuera del centro de población de Rosarito y un 30% en el centro de población de Rosarito. Alrededor de 1,030 hectáreas de la ocupación en el periodo se dieron en propiedad ejidal, la cual en su mayoría corresponde a ocupación no autorizada. La tipología de uso del suelo de ésta ocupación es predominantemente de fraccionamientos turísticos con bajo nivel de ocupación.

El número de ocupantes en la ZOFEMAT se incrementó en un 43%, sin embargo, destaca que en el 2010 el 33% de los registros aparecen como no especificados, lo anterior, sumado a que un 81% corresponde a registros irregulares, evidencia el rezago que presenta la administración de la zona federal marítimo terrestre.

En el proceso de ocupación observado en el corredor en el período 2000-2010, destaca que el uso turístico tuvo un repunte significativo comparado con los años de 1990 al 2000; de representar un 12.7% del crecimiento hace dos décadas, en los últimos 10 años constituyó el 122.7% de la ocupación en el período. Gran parte de esta ocupación corresponde a fraccionamientos turísticos que actualmente presentan un bajo nivel de ocupación, localizados entre el centro de población de Playas de Rosarito y La Misión. Este fenómeno apunta a la conveniencia de formular

políticas para promover otras actividades que impulsen la dinámica económica del COCOTREN.

En materia de urbanización e infraestructura se destaca la mejora en la calidad de los servicios en las cabeceras municipales, no así en las localidades suburbanas que aún adolecen de drenaje sanitario y pavimentación; la dotación de agua potable ha sido una preocupación constante de la administración pública, por lo que se han desarrollado importantes obras a nivel estatal para el suministro de agua en las localidades del corredor. Previendo las necesidades futuras, se contempla la construcción de plantas desalinizadoras que vendrán a asegurar la dotación de agua para el futuro crecimiento en el corredor. Sigue presente los riesgos ambientales que genera la disposición de aguas residuales a lo largo de la costa ante la insuficiencia de los sistemas de recolección y tratamiento de aguas negras y la falta de vigilancia de los sistemas particulares de tratamiento.

Uno de los problemas que se agudizarán con el crecimiento de la población es la escasez de agua, por la limitación de las fuentes de agua en el COCOTREN, tanto en cantidad como en calidad, debe preverse el aumento de la población turística, que consume en promedio cuatro veces más agua que la local, ocasionando una demanda que los recursos actuales no lograrán cubrir. Para solucionar el problema la instalación de plantas desalinizadoras es una opción para Tijuana (Waller*et al.,* 2009), sin embargo sus desventajas son el alto costo, los impactos ambientales ocasionados, el ruido generado y el daño al paisaje, las plantas tratadoras de agua residual se perfilan como la mejor opción para el resto de las localidades; es relevante el aprovechamiento de los avances tecnológicos, la generación de la energía para el abatimiento de costos.

Uno de los mayores atributos del corredor Tijuana-Rosarito-Ensenada es el paisaje natural, complementado con destacables elementos edificados, mayoritariamente de carácter turístico, que en conjunto intentan construir la imagen distintiva de este espacio costero; sin embargo, en algunos tramos, la falta de control en la ocupación

urbana enrarece al paisaje natural, enturbia la percepción visual del recorrido y diluye la posibilidad de que el corredor tenga identidad y carácter propio.

ESCENARIO DE POBLACION

PROYECCION DE POBLACION

Se elabora la prospectiva de población, considerando la proyección de población de CONAPO. La estimación de crecimiento de localidades urbanas2 (Tijuana, Playas de Rosarito, Primo Tapia, El Sauzal y Ensenada) retoma las “Proyecciones de población de localidades seleccionadas, 2010-2030 CONAPO”, e incluye las localidades que CONAPO estima que en cualquier año del periodo de prospectiva alcancen los 2500 habitantes. En el área de estudio CONAPO considera que las localidades Ciudad Morelos y Santa Anita, alcanzarán una población igual o mayor a 2 500 habitantes antes del año 2030. Las proyecciones de población para el resto de las localidades se presentan agrupadas por municipio.

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN 2014-2030.

	2010	2014	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030
COCOTREN	157,102	168,990	171,550	182,872	192,580	201,014				
CP TIJUANA	62,505	66,153	67,064	71,380	75,282	78,738				
TIJUANA*	57,594	60,048	60,621	63,007	64,530	65,103	1.0%	0.6%	0.4%	0.05%
RURAL	4,911	6,105	6,443	8,373	10,752	13,635	5.5%	5.3%	5.0%	4.8%
CP ROSARITO	41,546	45,635	46,391	49,347	51,531	53,199				
ROSARITO*	37,897	41,153	41,719	43,721	44,893	45,473	1.4%	0.7%	0.4%	0.2%
CD. MORELOS	2,040	2,529	2,636	3,175	3,746	4,360	4.2%	3.6%	3.2%	3.0%
RURAL	1,609	1,953	2,035	2,451	2,892	3,366	4.2%	3.6%	3.2%	3.0%
FUERA CP ROSARITO	11,325	13,615	14,117	16,570	19,075	21,680				
PRIMO TAPIA*	4,921	5,809	5,981	6,772	7,513	8,223	3.0%	2.3%	2.0%	1.7%
SANTA ANITA	1,284	1,592	1,660	1,999	2,358	2,745	4.2%	3.6%	3.2%	3.0%
RURAL	5,120	6,214	6,477	7,800	9,203	10,712	4.2%	3.6%	3.2%	3.0%
FUERA CP ENSENADA	1,632	1,884	1,952	2,314	2,723	3,175	3.6%	3.4%	3.2%	3.0%
CP ENSENADA	40,094	41,702	42,027	43,260	43,969	44,223				
ENSENADA*	28,372	29,335	29,505	29,980	29,914	29,355	0.6%	0.2%	-0.2%	-0.5%
EL SAUZAL*	7,200	7,146	7,114	6,869	6,512	6,072	-0.4%	-0.9%	-1.2%	-1.5%
RURAL	4,522	5,221	5,408	6,412	7,544	8,796	3.6%	3.4%	3.2%	3.0%

alcanzará 201,014 para el año 2030; casi 44 mil habitantes más.

El mayor incremento poblacional en el periodo 2010-2030 se tiene en la zona CP Tijuana con más de once mil habitantes, aportado por el crecimiento de las localidades rurales. A nivel localidad que presenta mayor crecimiento es Playas de Rosarito al aumentar la población 7,576 habitantes respecto al año 2010. Destaca

el crecimiento de Primo Tapia que aumentará 1.7 veces su tamaño y el de las localidades Cd. Morelos y Santa Anita que lo duplicarán.

La distribución de la población a nivel zona deja ver que la zona CP Tijuana seguirá siendo la que más concentra población con 39.2% del total. La zona Fuera de CP Rosario aumentará su participación en el corredor al pasar de 7.2% en 2010 a 10.8% en 2030.

FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL COCOTREN

A continuación se presenta el análisis **FODA** para puntualizar las implicaciones del desarrollo del corredor que deberán considerarse para la construcción de escenarios y estrategias.

ANALISIS FODA.

AMBIENTAL	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Biodiversidad. Oleaje. Playas. Clima. Potencial ecoturístico. Potencial energético en centros delimitados. Oferta para usos del suelo diversificados. Particularidades paisajísticas exclusivas. Utilización de aguas de reuso. Conservación de dunas en propiedad federal no concesionada.	Reducción de cobertura vegetal. Erosión costera. Peligrosidad geológica. Peligrosidad del mar. Limitadas fuentes de agua. Posibles impactos ambientales por centros energéticos. Hábitat y especies amenazadas. Florecimientos algales. Perdida del activo paisajístico. Riesgos hidrometereológicos en zonas densamente pobladas. Bajos índices de reforestación y propensión a incendios forestales (i).

Consenso ejidal y copropiedad para áreas de conservación. Normativa para desarrollo de asentamientos humanos en cauces de ríos y arroyos. Normativa para certificación de aguas residuales vertidas en cuerpos receptores.	Sobre explotación y contaminación de acuíferos. Dunas comprimidas para usos recreativos (motocicletas y vehículo todo terreno). Regulación de usos de suelo bajo los tres niveles de gobierno. Autorización de usos de suelo sin la aprobación correspondiente del manifiesto de impacto ambiental. Control y vigilancia de la zofemat. Gestión de usos turísticos en dunas con tenencia ejidal. Áreas de amortiguamiento para protección de dunas. Invasión de cauces de ríos y arroyos. Deficiente manejo integral de la cuenca hidrológica (CNA). Conflicto de usos agrícola y turístico. Escasez de áreas verdes en localidades urbanas.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Cambio climático e incrementos de riesgo costero. Desocupación en desarrollos inmobiliarios. Desarrollo de cultivos comerciales (hortalizas, flores). Desarrollo de pastizales para ganadería Crecimiento de áreas urbanas.	Investigación en áreas de conservación (conabio, 1996). Desarrollo de bioparques urbanos y suburbanos. Plantas de tratamiento de aguas residuales. Conciencia ciudadana por actividades de bajo impacto ambiental.

Usos agrícolas y turísticos en laderas y cañadas cubiertas con vegetación nativa. Indefinición de límites municipales Ensenada-Rosarito. Extracción de materiales en áreas de conservación.	Oferta de actividades de bajo impacto ambiental (ecoturismo). Desarrollo y normatividad de actividades eco turísticas. Desarrollo de fuentes alternas de energía y mayor uso de combustibles limpios. Información y tecnologías con centros de investigación regionales para estudios del medio ambiente. Incentivos por el aprovechamiento sustentable de los recursos. Desalación de agua de mar. Desarrollo de infraestructura energética y de servicios bajo criterios de sustentabilidad.
URBANO	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Atributos naturales y paisajísticos. Accesibilidad carretera, marítima y aérea. Soporte infraestructural y proyectos de desalación para asegurar la disponibilidad de agua. Soporte de localidades urbanas y suburbanas Disponibilidad de suelo apto. Plantas de recepción, entrega y almacenamiento de gas natural licuado y gas L.P.	Crecimiento urbano acelerado e incremento de la demanda de servicios. Rezago en niveles de urbanización de localidades suburbanas. Promoción y ocupación irregular del suelo. Conflictos en la demanda de agua para uso urbano, turístico y agrícola. Sobreexplotación de acuíferos. Condiciones de operación deficiente en tramos de carretera libre.

Inversión de infraestructura y mantenimiento, Instrumentos de planeación actualizados y reglamentación local Ampliación de los sistemas de reuso de agua en cabeceras municipales Trabajos de ampliación y mejoramiento de carreteras. Mejoramiento del frente de mar en cabeceras municipales. Manejo catastral de zonas costeras en cabeceras municipales. Capacidad energética instalada para el desarrollo de proyectos hidraúlicos.	Mezcla de flujos y conflictos viales en estructura vial de cabeceras municipales. Irregularidad y deterioro de la imagen urbana y del paisaje natural. Invasión a derechos de vía. Deficiencias en las bases de datos catastrales de zonas rurales y suburbanas. Ocupación irregular de ZOFEMAT y terrenos ejidales. Bajos índices de aguas tratadas. Funcionamiento inadecuado e insuficiencia de rellenos sanitarios. Reservas intraurbanas sin posibilidad de desarrollo por la especulación. Transporte intraurbano. Regulación de campos turísticos en litorales y zonas de conservación. Rezago en sistema de información geográfica para catastro y control urbano. Insuficiente capacidad instalada de generación, transformación, transporte y distribución de energía eléctrica.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Recesión económica que limita la inversión nacional y extranjera en el corredor.	Investigación en áreas de conservación (CONABIO, 1996). Integración de grupos de trabajo a nivel regional y transfronterizo para el

Políticas de seguridad que provocan lentitud en cruces fronterizos. Percepción de inseguridad en la frontera que limita la afluencia de visitantes. Competencia por los recursos (naturales y económicos) de nuevos proyectos. Falta de coordinación entre los tres niveles de gobierno para el ordenamiento y la administración del espacio costero. Desarrollo de proyectos portuarios e incremento de los flujos de carga a lo largo del corredor. Uso del agua y energía en los centros urbanos.	desarrollo de una visión de desarrollo compartida del espacio costero. Programación de inversión federal y estatal para la ampliación de la infraestructura de soporte al desarrollo urbano y regional. Impulso a regiones económicas adyacentes al corredor. Desarrollo de infraestructuras estatales de largo plazo. Acciones de ampliación y mejoramiento de cruces fronterizos. Financiamiento binacional para infraestructura ambiental. Diversificación de fuentes de abastecimiento de agua. Desarrollo integral en corredores costeros Desarrollo portuario y mercado para el transporte de contenedores. Planeación y gestión de sistemas viales metropolitanos. Mayor inversión en infraestructura energética y de servicios.
SOCIAL	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Estructura urbana del corredor. Comunidad residente de extranjeros con arraigo e intereses para consolidación del	Deterioro del tejido social. Escasa generación de empleos en nuevas actividades de producción y distribución de energéticos.

habitat. Oferta de usos de suelo para diversas actividades. Conurbación y metropolización de localidades.	Tráfico de estupefacientes. Temporalidad y baja calificación del empleo turístico. Escasez de servicios culturales para comunidades extranjeras y población local. Insuficiencia de cuerpos de vigilancia en centros urbanos y áreas costeras. Regulación del crecimiento urbano. Accesos a fraccionamientos, centros urbanos y ZOFEMAT. Marginación intraurbana en Rosarito, Tijuana, Primo Tapia y El Sauzal. Marginación rural en Cuatro Milpas, El Descanso, Santa Anita del Mar, Popotla y Puerto Nuevo. Desarraigo de la población. Emigración de la zona. Promoción económica al margen del desarrollo local.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Descenso de la inversión por la percepción de inseguridad. Deterioro de infraestructura turística en fraccionamientos de nueva creación por desocupación de viviendas turísticas. Alertas de inseguridad en medios de comunicación de México y Estados Unidos.	Dinámica de la zona metropolitana. Participación de la comunidad extranjera. Beneficio social de la Inversión en infraestructura energética y servicios. Instrumentación de programas de seguridad publica metropolitana costera. Desarrollo de pymes.

	Organizaciones de sociedad civil que impulsan la participación ciudadana.
DESARROLLO ECONÓMICO	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Localización fronteriza. Atractivos paisajísticos. Lagunas, esteros y bahías con potencial pesquero. Oferta de 10,000 viviendas turísticas. Cruces fronterizos. Infraestructura energética. Generación de empleo en servicios vinculados con infraestructura portuaria y energética. Cultivo de flores y hortalizas para mercado metropolitano. Desarrollo marítimo, puertos de Ensenada, Sauzal, Rosarito, La Salina.	Saturación de inversión inmobiliaria. Coordinación municipal para integración de zona costera a largo plazo. Empleos de baja calificación en servicio turísticos. Descenso de la actividad turística e inmobiliaria Servicios y equipamientos de escala metropolitana. Baja calidad de servicios e instalaciones hoteleras. Dependencia de la demanda norteamericana para desarrollo del mercado inmobiliario. Actividad turística con servicios y proveedores no especializados. Desarrollo turístico e inmobiliario al margen de la base industrial y de servicios del ámbito local. Ensamble maquilador y servicios turísticos de bajo valor agregado. Competitividad de industria y servicios locales. Infraestructura urbana insuficiente para inversión inmobiliaria alcanzada

	(accesos, vialidades, centros comerciales, servicios públicos). Índices elevados de empleo informal. Descenso de ingresos turísticos y actividad inmobiliaria a niveles de 2004. Conectividad marítima y terrestre del puerto. Deficiencias en cruces fronterizos. Incertidumbre fiscal. Tenencia de la tierra. Escasez de agua.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Recesión de la economía norteamericana. Descenso de ingresos en pensionistas norteamericanos. Seguridad nacional fronteriza en México y EUA. Costos de energía. Mayores restricciones al movimiento transfronterizo comercial (mercancías y visitantes). Mayor complejidad en la coordinación interinstitucional. Afectaciones a actividades turísticas de zonas circunvecinas a centros energéticos. Infraestructura energética de recepción, regasificación, almacenamiento y envió	Integración al mercado interno metropolitano. Mercados de la cuenca del pacifico y oeste de E.U.A. (turismo, pesca, infraestructura portuaria, agricultura, turística, logística). Desarrollo de energías alternas. Ampliación y reconversión del puerto del sauzal. Turismo médico, pesca deportiva, turismo de negocios, mercado de convenciones, ecoturismo. Mayor inversión en infraestructura energética y de servicios.

de gas natural para necesidades ajenas al corredor.	
INSTITUCIONAL	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Institutos Municipales de Planeación. Consejo estatal de infraestructura. Organismos operadores de agua potable. Arraigo de población en localidades urbanas rurales y fraccionamientos costeros habitacionales.	Debilidad de gobiernos locales frente al esquema de desarrollo de fraccionadores, ejidatarios y autoridades estatales. Coordinación costera metropolitana. Coordinación para saneamiento en sistemas ambientales frágiles (dunas, cuerpos de agua y lagunas costeras). Planeación urbano-regional sin mecanismos financieros. Control de usos de suelo en zonas costeras (ZOFEMAT, gobierno del estado, gobiernos municipales). Normatividad de acceso y usos de la zona costera. Normatividad de imagen urbana y de paisaje. Profesionalización de funcionarios locales. Instrumentación de planes y programas de desarrollo urbano y turístico. Participación ciudadana de centros urbanos, localidades rurales y comunidades de residentes extranjeros en la gestión del corredor.

	Administración portuaria integral vinculada al turismo.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Legislación y normatividad insuficiente para regular actividades urbanas y económicas. Falta de coordinación en gestión de política de ordenamiento territorial. Falta de consensos en vocaciones del corredor y proyectos estratégicos. Marginación de periferias urbanas. Conurbación de localidades rurales. Abandono y desocupación de inmuebles costeros. Costos de servicios portuarios para actividades turísticas (retiro de cruceros). Controles de seguridad nacional en México y EUA.	Desarrollo de instituciones para el corredor. Consejo ciudadano para gestión del corredor. Integración de agendas locales en localidades rurales, centros urbanos y fraccionamientos de segundas viviendas. Sistemas de información geográfica para gestión del corredor. Financiamiento para la infraestructura urbana. Incorporación de estudios e indicadores económicos a la planeación territorial. Desarrollo de observatorios en la acción urbano-regional. Administración portuaria integral. Gestión compartida de la ZOFEMAT (colonos, estado, municipio). Aprovechamiento de potencial turístico e integración de imagen para las zonas rurales.

PROYECTOS ESTRATEGICOS

CRITERIOS DE DESARROLLO URBANO

CRITERIOS DE DESARROLLO URBANO		
	CRITERIOS GENERALES DE DESARROLLO URBANO POR POLÍTICA PARTICULAR	**CRITERIOS GENERALES PARA LA DOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO**
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE		
ASu	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE URBANO. Se permite el desarrollo de actividades económicas y de desarrollo urbano, considerando los criterios de planeación, ordenamiento territorial, ecológico y programas de desarrollo urbano. El uso industrial es compatible para agroindustria y/o alimentos, así como actividades que impulsen los aspectos productivos de la comunidad. Los usos industriales, deben ubicarse en parques o núcleos industriales, cumpliendo con los criterios de los programas en materia ambiental. Se aplican los criterios de desarrollo urbano establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano de Centro de Población.	Impulsar el desarrollo urbano a través de la creación de infraestructura y servicios urbanos, bajo un marco de ordenamiento que promueva el uso adecuado del territorio y la conservación de las áreas naturales, para minimizar los efectos nocivos en el medio ambiente. En zonas urbanas y suburbanas se dirige a la consolidación urbana a través de la dotación de servicios urbanos, infraestructura y equipamiento (salud, educación, deporte y recreación).

CRITERIOS DE DESARROLLO URBANO
ESPACIOS CON INSTRUMENTOS DE PLANEACION LOCAL
El Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada considera la normatividad de los Programas de Desarrollo Urbano de Centro de Población, las políticas y estrategias establecidas por el Programa del COCOTREN se dirigen al ordenamiento del territorio con visión regional a largo plazo, considerando la importancia del proceso de expansión y conurbación de las zonas urbanas que vincula el corredor y conforma una región con características metropolitanas. Al actualizarse los PDUCP se deben evaluar los lineamientos generales, las políticas de ordenamiento territorial y los usos establecidos por el presente Programa Regional, para casos específicos que requieran un análisis particular, se convocará a la Comisión Coordinadora de Desarrollo Urbano.
En cuanto a los usos del suelo para las Acciones de Urbanización fuera de los límites de Centro de Población y las obras de infraestructura regional, para la aprobación del uso del suelo se requiere el Dictamen Técnico de Congruencia expedido por la SIDUE, los estudios de Manifiesto de Impacto Ambiental, de Impacto Urbano, la solución propia de la infraestructura y lo establecido por la normatividad federal, estatal y municipal. Para las acciones de urbanización en las que aplica la normatividad y autorizaciones del gobierno federal, previamente se expedirá la opinión técnica y dictamen de congruencia de las autoridades estatales correspondientes. Para los predios que se encuentren fuera de las zonas con Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población o no cuenten con lineamientos específicos de usos de suelo, se requiere la elaboración de estudios urbanos, según el tipo de desarrollo a realizar. **ESTUDIOS URBANOS** ▪ Estudio de autosuficiencia en la dotación de infraestructura y servicios urbanos. ▪ Estudio de compatibilidad de uso del suelo y densidades. ▪ Uso de Zona Federal Marítimo Terrestre.

CRITERIOS DE DESARROLLO URBANO

- Estudio de integración vial y accesibilidad.
- Estudio de mercado.
- Promoción del desarrollo local.

USOS DE INFRAESTRUCTURA REGIONAL Y ESPECIALES

Son actividades de infraestructura regional:

Son actividades de infraestructura regional:

- Presas, plantas desaladoras y potabilizadoras de agua.
- Acueductos.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Lagos artificiales.
- Rellenos sanitarios.
- Confinamiento de residuos industriales.
- Tratamiento de residuos peligrosos.
- Puertos fronterizos.
- Infraestructura de comunicaciones y transporte.
- Puertos y Marinas.
- Estaciones intermodales de transporte (marino-terrestre-aéreo).
- Subestación eléctrica.
- Líneas eléctricas de alta tensión.
- Gasoducto y poliductos.
- Aeropuertos y aeropistas.
- Almacenaje y regasificación remota de gas natural y de gas licuado de petróleo (GLP).
- Fuentes alternativas de energía (energías renovables).

USOS EN CENTROS ENERGETICOS

En cuanto a los usos de suelo para las Acciones de Urbanización en materia de infraestructura energética y de servicios en los Centros Energéticos, para la aprobación del uso del suelo se requiere cumplir con la normatividad Federal, Estatal y Municipal.
Las actividades de infraestructura energética y de servicios, para los Centros Energéticos y de Servicios, son:

ACTIVIDADES Y PROCESOS	ACTIVIDADES EN CENTRO ENERGETICO ROSARITO	ACTIVIDADES EN CENTRO ENERGETICO LA JOVITA
Operación de instalaciones para el transporte, recepción y entrega de energéticos, transportados vía terrestre o marítima.	X	X
Almacenaje y mezcla de energéticos.	X	X
Regasificación de gas natural licuado.		X
Desalinización de agua.	X	X
Extracción criogénica de nitrógeno y otros componentes del aire y su distribución		X
Generación y trasmisión de energía eléctrica	X	X
Recepción y entrega de carro-tanques con energéticos.	X	X
Manejo de componentes y aditivos de energéticos.	X	X
Suministro de energéticos .	X	X
Procesamiento de gas natural, gas L. P. y sus componentes y la licuefacción de gas natural.		X
Uso de agua de mar como medio de transferencia de calor (para enfriamiento o calentamiento) en los procesos de transformación.	X	X
Recepción, generación, transformación, conversión, despacho,	X	X

CRITERIOS DE DESARROLLO URBANO		
transferencia, carga, almacenamiento, compresión, procesamiento, control de emisiones a la atmósfera, transporte de productos energéticos, insumos o subproductos cuyo manejo sea compatible con los procesos anteriores.		

LINEAMIENTOS EN PLAYAS, ZONA FEDERAL MARITIMO TERRESTRE Y MAR TERRITORIAL

Para los desarrollos de las costas, la construcción y operación de la infraestructura portuaria y las instalaciones de servicios portuarios: rampas, botadero, marinas, atracadero, etc., se sujetan a los estudios de factibilidad financiera, la regulación y autorizaciones de la Federación en lo relativo a los estudios ambientales, de Zona Federal Marítimo Terrestre, así como a la opinión técnica emitida por las autoridades estatales correspondientes.

En el caso de áreas costeras incluir los siguientes estudios:

- Estudio de mareas y corrientes.
- Estudio de batimetría.

En base a los principios de los Artículos 7 y 17 del Reglamento para el uso y aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y terrenos ganados al mar, publicado en el Diario Oficial el 21 de agosto de 1991, que establecen el derecho para disfrutar las playas y la zona federal marítimo terrestre por toda persona, así como el respeto de los propietarios al libre acceso a dichos bienes de propiedad nacional, con las consideraciones establecidas en los citados Artículos, se determina:

En las autorizaciones de los desarrollos urbanos que se expidan en el Corredor Costero de Tijuana-Rosarito-Ensenada se proyecte el derecho de vía y se construyan accesos públicos a las playas en distancias recomendables de 200 metros y máximas de 500 metros entre éstos; preferentemente en los límites de los predios de acuerdo a las características de las playas, las edificaciones existentes, considerando si los litorales son de acantilados, escenarios paisajísticos, de valor recreativo, turístico o cultural, según se determine por estudios específicos a las zonas y características de las playas, con aprobación de las autoridades municipales.

Este criterio de desarrollo urbano para los accesos a las playas aplica a los estudios y proyectos que se realicen en el Corredor Costero, con las limitaciones y promoviendo su aplicación en los desarrollos autorizados, de acuerdo a la factibilidad técnica y aprobación de las autoridades municipales.

Son aplicables los Criterios de Desarrollo Urbano publicados en el Diario Oficial del 14 de agosto de 1990 establecidos en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990-1994:

- No se debe permitir el desarrollo urbano en la primer duna de playa a lo largo del litoral.
- La franja costera de resguardo tendrá como mínimo 20 metros a partir de la cota máxima de distancia de marea alcanzada en 20 años (pleamar). No es conveniente construir por debajo de 5 metros de altura como mínimo de la cota de marea señalada.
- No se debe permitir el desarrollo urbano en áreas por debajo del nivel máximo de mareas, sobre zonas inundables periódicamente como esteros, canales marítimos o lagunas. Deberá protegerse las áreas urbanas vulnerables al riesgo de oleaje huracanado, a través de la construcción de protecciones tales como diques, rompeolas, escolleras, o dragados, además de prever franjas de resguardo con una distancia mínima de 30 metros a partir del alcance máximo de oleaje registrado en los últimos 20 años, según el tipo de relieve de terreno continental y/o marino.

ESTUDIOS DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA

- Manifiesto de Impacto Ambiental.
- Plan de manejo integral de ecosistemas existentes en el cual se incluyan los siguientes aspectos: caracterización ambiental, identificación de hábitats importantes, servicios ambientales que ofrece el ecosistema, escenarios de aprovechamiento turístico y estrategias de conservación.
- Estudios requeridos para la evaluación de los espacios territoriales identificados con valor ecológico; tal es el caso de las Áreas Naturales Protegidas, Parques Nacionales, Sitios RAMSAR, y Áreas Especiales de Conservación, identificadas en el Programa de Ordenamiento Ecológico de Baja California

CRITERIOS DE DESARROLLO URBANO
LINEAMIENTOS AMBIENTALES
▪ Los lineamientos ambientales son los establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, como normatividad en materia de ecología y aplicables en el ordenamiento territorial, tienen como objetivo optimizar el uso, aprovechamiento y en su caso, la conservación de los recursos naturales; los lineamientos ambientales se clasifican en lineamientos generales, aplicables para el área de ordenamiento; lineamientos por política, aplicables a las unidades de gestión ambiental y lineamientos específicos, aplicables a las Áreas Especiales de Conservación. ▪ Los lineamientos ambientales, los Planes y Programas de Ordenamiento Ecológico que integran la normatividad en materia de ecología, se aplican de acuerdo con la actualización y vigencia de las publicaciones oficiales de la Secretaría de Protección al Ambiente.

CORRESPONSABILIDAD DE PROYECTOS.

CORRESPONSABILIDAD DE PROYECTOS								
COMPONENTE		PROGRAMA O PROYECTO ASOCIADO	SECTOR					
			PUBLICO			PRIVADO	SOCIAL	
			F	E	M			
DESARROLLO REGIONAL	PLANEACIÓN URBANA Y LINEAMIENTOS DE ZONAS ESTRATÉGICAS DEL CORREDOR	▪ Programa Regional de Desarrollo Urbano de Crecimiento de la Zona de La Misión-El Sauzal.	X	X	X	X		
		▪ Programa de Desarrollo Urbano de Crecimiento de la Zona La Salina.	X	X	X	X		
		▪ Programa de manejo para la protección de los ecosistemas costeros que reflejan la calidad del ambiente con indicadores y estrategia de monitoreo.	X	X	X	X		
		▪ Formular los programas maestros de control y aprovechamiento de la Zona Federal Marítimo Terrestre en las Playas: Puerto Nuevo, Popotla, Cantamar, Campo López, Santa María, La Fonda, La Burrita, Punta Piedra, Playa Mal Paso, Playa La Salina; evaluando las playas de alto valor para su regulación.	X	X	X	X		
		▪ Programa Sectorial de Desarrollo Industrial de Ensenada.		X	X	X	X	
		▪ Programa de Constitución de Reservas Territoriales Reservas en centros urbanos y suburbanos, para dirigir el crecimiento urbano ordenado: Primo Tapia, La Misión y Maneadero.		X	X			
		▪ Centro Integralmente Planeado de la Reserva Urbana del Ciprés. Estudio de aprovechamiento de terrenos y factibilidad de Aeropista en el Ciprés.		X	X	X		
		▪ Distrito Turístico y Comercial en el Centro Histórico de Ensenada.		X	X	X	X	
		▪ Estudio de identificación de accesos al mar para la infraestructura de desarrollo marítimo para el turismo y la pesca.	X	X	X			
		▪ Elaborar estrategia de desarrollo de infraestructura marítima para el turismo y la pesca, con inversión pública y privada.	X	X	X			
		▪ Proyecto Distrito Turístico y Comercial "Zona Rosarito". Programa de Mejoramiento Urbano del Centro Histórico Tradicional de Rosarito.	X	X	X	X	X	
		▪ Continuidad y conclusión del Parque Metropolitano Rosarito, en el Cañón Rosarito.	X	X	X	X	X	
		▪ Programa y Proyectos de regeneración urbana del Centro Tradicional de Primo Tapia.	X	X	X	X	X	
		▪ Programa de Protección y Conservación del Patrimonio Histórico, Cultural, y Arquitectónico.		X	X		X	
		▪ Planeación, control y regulación de asentamientos humanos en zonas de riesgos y zona de deslaves Salsipuedes.		X	X			
		▪ Ordenar la Zona Turística Costera considerando andadores peatonales, difusión cultural, equipamiento, estacionamientos y regulación de actividades comerciales, eventos deportivos, recreación, concesión de actividades turísticas y zonas de transición.	X	X	X	X	X	
		▪ Programa Sectorial de la Zona Costa para el desarrollo de áreas verdes y espacios públicos.						
	NORMATIVIDAD	▪ Reglamento para Zonas Turísticas del Corredor Costero Tijuana-Playas de Rosarito-Ensenada.		X	X	X	X	
		▪ Actualización o elaboración de Ordenamiento Urbanístico para los Desarrollo Turísticos en el Estado de Baja California.		X	X	X	X	

CORRESPONSABILIDAD DE PROYECTOS

COMPONENTE		PROGRAMA O PROYECTO ASOCIADO	SECTOR				
			PUBLICO			PRIVADO	SOCIAL
			F	E	M		
		▪ Aplicar la normatividad para el desarrollo de los terrenos intraurbanos, con políticas de densificación y movilidad urbana, vivienda vertical y ciudad compacta.					
		▪ Elaborar reglamentos de uso de playas arenosas y rocosas para ordenar usos no compatibles (tráfico de motos, caballos, estacionamientos y bañistas) .		X	X	X	
		▪ Normatividad de imagen para la carretera libre. Diseño urbano e integración de espacios para bicicletas, andadores, señalética e información turística.		X	X	X	X
		▪ Incorporar la realización de estudios de mecánica de suelos para desarrollos en zonas identificadas de alto riesgo.		X	X		
		▪ Normatividad de usos de suelo en función de los servicios ambientales: biodiversidad, utilidad escénica y paisajística, valor agregado del paisaje en el producto turístico y potencial recreativo.		X	X		
		▪ Elaborar la reglamentación de Imagen urbana del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada.	X	X	X		
		▪ Integrar la figura de las servidumbres de paso a las playas para la la implementación sólida de política pública y de actos de dominio público en la ZOFEMAT.	X	X	X		
	GESTIÓN	▪ Gestionar el ordenamiento de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) del Corredor Costero.	X	X	X		
		▪ Programa de regularización de la Tenencia de la Tierra Ejidal en Zonas Urbanas.	X	X	X		
		▪ Programa de ordenamiento de las zonas de playa con medidas de control del ambulantaje, con facultades a los Ayuntamientos de Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada.		X	X		
		▪ Promover el seguimiento a las reformas en proceso en la Comisión Fronteriza del Senado para la certidumbre de la propiedad de predios en zonas litorales y fronterizas.	X	X	X		
		▪ Control de asentamientos humanos en zonas de riesgo.	X	X	X		
		▪ Homologar mecanismos de cooperación entre gobiernos estatal y municipales con propietarios ejidales para incorporación de suelo ejidal a usos urbanos y turísticos.	X	X	X		
		▪ Elaboración de declaratorias para el rescate de dunas y otras áreas de conservación.	X	X	X		X
		▪ Mejoramiento ambiental de playas y protección de arroyo La Misión.	X	X	X	X	X
		▪ Preservación de Laguna Costera Punta Banda.	X	X	X		
	INFRAESTRUCTURA REGIONAL	▪ Derivación del Acueducto Río Colorado (Tramo Tanamá-Sistema Morelos).	X	X	X		
		▪ Ampliación de la planta de tratamiento Rosarito.	X	X	X		
		▪ Tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales de desarrollos urbanos que inciden en los Arroyos Huahuatay y Rosarito.	X	X	X		
		▪ Desarrollo de infraestructura marítima para el turismo y la pesca, con inversión pública y privada (Marina Turística Rosarito, Marina Turística El Descanso).					
		▪ Incremento en la capacidad de 20.4 a 30.0 Mbd del Poliducto Rosarito-Mexicali y Sistema de cero paros de estaciones por cortes de energía.	X	X			

CORRESPONSABILIDAD DE PROYECTOS

COMPONENTE		PROGRAMA O PROYECTO ASOCIADO	SECTOR				
			PUBLICO			PRIVADO	SOCIAL
			F	E	M		
		▪ Proyecto Aeropuerto Internacional Ensenada (Ojos Negros).	X	X	X	X	
		▪ Proyecto Ferrocarril Tecate-Sauzal.	X	X	X		
		▪ Puerto de abrigo Popotla.					
		▪ Ampliación y modernización del puerto El Sauzal.	X	X	X		
		▪ Puerto Modelo para Embarcaciones y/o cruceros, Ensenada, B. C.	X	X			
		▪ Sistema de riego de planta de tratamiento del Sauzal y tratamiento terciario de aguas residuales de la zona norte de Ensenada	X	X	X		
		▪ Impulsar proyectos y construcción de plantas desalinizadoras: Playas de Rosarito, La Misión (La Jovita), Ensenada.		X	X	X	
		▪ Complemento de planta de tratamiento El Naranjo y tratamiento terciario a aguas residuales.		X	X		
		▪ Consolidación de infraestructura y servicios urbanos en centros de servicios Primo Tapia. Venustiano Carranza, La Misión, Maneadero, Esteban Cantú.	X	X	X	X	
MOVILIDAD REGIONAL		▪ Cruces Fronterizos Chaparral, Otay I y Otay II (Tijuana).	X	X			
		▪ Ampliación de Aeropuerto Binacional de Tijuana y estudio de capacidad de instalaciones a largo plazo.	X	X			
		▪ Libramiento Ensenada. Tramo Ensenada - Maneadero.	X	X	X		
		▪ Blv. Siglo XXI Playas de Rosarito.	X	X	X		
		▪ Estudio para la demarcación de derechos de vía y proyecto para la continuación del Blv. Siglo XXI en Primo Tapia.	X	X	X		
		▪ Libramiento Ensenada. Tramo Carretera Tecate Ensenada- Carretera libre Tijuana.	X	X	X		
		▪ Carretera Valle de Guadalupe-Ojos Negros. (Conexión Aeropuerto Internacional de Ensenada con la zona costa y Tijuana).	X	X	X		
		▪ Proyectos de libramientos y vialidades primarias en zonas urbanas y suburbanas ligados a las carreteras escénica y libre.	X	X	X		
		▪ Nodo Rancho del Mar. Acceso al Fraccionamiento Metropolitano	X	X	X		
		▪ Mejoramiento de carretera de cuota.	X	X	X		
		▪ Ampliación y Mejoramiento de carretera libre.	X	X	X		
		▪ Proyecto y construcción de carretera de enlace Bajamar-El Tigre (Integración de Valle de Guadalupe al Corredor Costero).	X	X	X		
		▪ Fortalecer la red de conexión multimodal.	X	X	X	X	
		▪ Integrar las zonas rurales del COCOTREN a través de rutas suburbanas.	X	X	X	X	
		▪ Diseño de rutas turísticas y adecuación vial de ciclopistas en subcentros urbanos.	X	X	X	X	
		▪ Acondicionamiento de rutas de movilidad no motorizada de atractivo turístico.					
		▪ Desarrollar un sistema de transporte turístico costero con orígenes y destinos turístico-comerciales de centros y subcentros urbanos del Corredor, estaciones de transferencia del pasaje público al turístico, estacionamientos y acceso a playas.	X	X	X	X	
		▪ Ampliación de carretera a La Bufadora.	X	X	X	X	
DESARROLLO ECONÓMICO	DESARROLLO TURÍSTICO	▪ Proyecto de la imagen promocional turística del Corredor Costero.		X	X		
		▪ Programa de mejoramiento de imagen urbana de zonas turísticas Puerto	X	X	X		

CORRESPONSABILIDAD DE PROYECTOS								
COMPONENTE		PROGRAMA O PROYECTO ASOCIADO	SECTOR					
			PUBLICO			PRIVADO	SOCIAL	
			F	E	M			
		Nuevo, Playa La Misión, La Bufadora.						
		▪ Programa de mejoramiento de imagen urbana y malecón de Playas de Tijuana.	X	X	X			
		▪ Estudio para la difusión y promoción de la industria fílmica en el Corredor Costero, a nivel estatal e internacional.	X	X	X	X		
		▪ Promoción y posicionamiento del polo de desarrollo turístico Internacional del Centro de Convenciones Metropolitano.		X	X	X		
		▪ Estudio de transporte turístico de cruces fronterizos a sitios de interés escénico: Playas de Tijuana, Playas de Rosarito, Popotla, Puerto Nuevo, Playa La Misión, Ruta del Vino, Ensenada y La Bufadora.	X	X	X	X		
		▪ Estudio del Parque de la Mesa Redonda, Playas de Rosarito.	X	X	X			
		▪ Proyecto del Parque Submarino Rosarito de Arrecifes Artificiales.	X	X	X	X		
		▪ Programa de Rescate y conservación de Puntos de Surf. (Rescate de accesos a la costa).	X	X	X	X	X	
		▪ Proyecto de la Ruta Ecoturística Cañón Rosarito.		X	X	X		
		▪ Fomentar los programas recreativos y deportivos que impulsan la actividad turística: carreras ciclistas, pedestres, surf, etc.		X	X	X		
		▪ Promover proyectos de rutas de movilidad no motorizada de atractivo turístico y recreativo.		X	X	X	X	
		▪ Promoción de la Ruta del Vino y su integración al desarrollo económico regional de la zona costa.		X	X			
		▪ Proyecto e inversiones para el Centro Regional de Oficios Artesanales (Mercado Regional de Artesanías). Playas de Rosarito.	X	X	X			
		▪ Proyecto de Estación Turística Valle de Guadalupe ligada a ferrocarril turístico.		X	X	X		
		▪ Desarrollar el turismo médico en el corredor para elevar los niveles de gasto y estancia del visitante.	X	X	X	X		
		▪ Impulsar el desarrollo urbano de centros y subcentros para posicionar las actividades comerciales y los servicios turísticos.	X	X	X	X		
		▪ Proyecto del Centro de Interpretación Ambiental Estero Punta Banda.		X	X	X		
		▪ Expansión del Museo el Caracol.	X	X				
	FINANCIAMIENTO	▪ Promover inversiones para el proyecto del Parque Científico y de Desarrollo Tecnológico en Valle de Jatay.		X	X	X	X	
		▪ Plan de gestión y promoción para el desarrollo de parques industriales en Ensenada.	X	X	X			
		▪ Promover inversiones para el desarrollo portuario, pesquero, turístico, y energético.	X	X	X	X	X	
		▪ Programa de Ordenamiento Acuícola para la administración y desarrollo sustentable de las actividades acuícolas de Ensenada.	X	X	X			
		▪ Fideicomisos para la administración de playas y zonas de conservación	X	X	X			
		▪ Mercado Regional de Productos Pesqueros y Agrícolas de Ensenada.		X	X	X	X	
		▪ Recinto Turístico de Ensenada.		X	X	X	X	
		▪ Diseño y consenso de esquemas financieros para la reactivación y ocupación del desarrollo inmobiliario.	X	X	X	X	X	
		▪ Determinar la rentabilidad del inventario habitacional actual y su posible desplazamiento a compradores nacionales de menores ingresos.	X	X	X	X	X	
		▪ Diversificación de actividades económicas: agricultura, floricultura,	X	X	X	X	X	

CORRESPONSABILIDAD DE PROYECTOS								
COMPONENTE		PROGRAMA O PROYECTO ASOCIADO	SECTOR				
			PUBLICO			PRIVADO	SOCIAL
			F	E	M		
		pesquerías en pequeña escala e industria ligera.					
		▪ Diseñar estímulos fiscales para desarrollos habitacionales turísticos con estándares internacionales de sustentabilidad en el uso de energéticos.	X	X	X	X	X
		▪ Apoyar la creación de micro y pequeña empresa (turismo rural, cooperativas artesanales, pesqueras)	X	X	X	X	
		▪ Promover la inversión pública para el manejo costero y marítimo.	X	X	X	X	
DESARROLLO INSTITUCIONAL	GESTIÓN	▪ Institucionalización del organismo de coordinación de autoridades de los municipios de Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada.	X	X	X		
		▪ Promover los estudios y proyectos de factibilidad de la ruta de transporte de carga por ferrocarril, vinculando el cruce fronterizo de Jacumé con los puertos marítimos y la comunicación ferroviaria con Ensenada (comunicación ferroviaria factible de asociarse a múltiples proyectos).	X	X	X	X	
		▪ Promover la asociación y participación de propietarios, desarrolladores inmobiliarios y organismos financieros y dependencias relacionadas con la operación y construcción de servicios públicos.	X	X	X	X	X
		▪ Gestionar el ordenamiento de la Zona Federal Marítima y Terrestre (ZOFEMAT).	X	X	X		
		▪ Incrementar la participación y delegar derechos y obligaciones a municipios y ayuntamientos en el manejo de la zona marítima y costera	X	X	X		
		▪ Impulsar el manejo integral de las zonas costeras considerando la asociación de los recursos ambientales, socioculturales e institucionales en el conflicto y posibles sinergias de las actividades existentes.	X	X	X	X	X
		▪ Creación de asociaciones civiles y redes sociales de propietarios, comerciantes e investigadores para la administración y promoción del Corredor Costero.	X	X	X	X	X
		▪ Impulsar la formación de recursos humanos considerando las necesidades de un modelo productivo diversificado e interdependiente en términos sectoriales.	X	X	X	X	X
		▪ Promover convenio con la federación para el traslado de recursos de la carretera de cuota al mantenimiento de la carretera libre.	X	X	X		
		▪ Promover programas de educación formal para hacer compatible la explotación con la conservación de recursos costeros y marinos.	X	X	X	X	
		▪ Integrar los servicios del COCOTREN con su entorno inmediato considerando la infraestructura, los atractivos, la imagen y la seguridad pública.	X	X	X	X	X

Concluyendo que el sitio en donde se pretende desarrollar el proyecto, está regido por los Ordenamientos ecológicos ya mencionados; debido a que todos ellos infieren en una mejora en los sistemas públicos como el saneamiento de las aguas residuales sin afectar el medio ambiente circundante no alterando el paisaje aun grado que se totalmente irreversible; por lo que consideramos que estos **OE** serán la base para poder determinar la delimitación del SA del proyecto que nos incumbe, así mismo se tomaron en cuenta barreras físicas como lo son las vías de comunicación que pasan por la zona de estudio, y barreras geográficas (límites

municipales y estatales, elevaciones y depresiones), ecosistemas costeros presentes y regiones marinas prioritarias que nos darán el Sistema Ambiental.

Programas Parciales de Desarrollo Urbano.

La obra alcanza la jurisdicción territorial del municipio de Tijuana, Baja California, los usos de suelo prevalecientes son de uso urbano en la zona donde se desarrollara el proyecto.

Ordenamientos ecológicos locales y regionales decretados.

Como ya se mención líneas arriba los ordenamientos Ecológicos presentes en la zona de influencia del proyecto están El OEGT, el Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California y el Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada. Esto fue valorado por medio del sistema se SIGEIA de la SEMARNAT como se puede ver en la siguiente figura.

TEMA: OE Gral del Territorio																					
Información sobre OE Gral del Territorio										Información sobre los componentes georreferenciados y su incidencia en OE Gral del Territorio											
Region Ecológica	UAB	Nombre de la UAB	Clave de la política	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo)	Otros sectores de interes	Población 2010	Región indígena	Estado actual	Corto Plazo 2012	Mediano Plazo 2023	Largo Plazo 2033	Estrategias	Superficie de la Región/UAB (Ha)	Proyecto	Componente	Descripción	Superficie geometría
10.32	1	Sierras de Baja California Norte	10	Aprovechamiento Sustentable y Preservación	Baja	Preservación de Flora y Fauna	Forestal - Industria - Minería	Desarrollo Social - Turismo	CFE - SCT	2,213,555	-	Estable a medianamente estable	Medianamente estable	Medianamente estable a inestable	Inestable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32, 33, 37, 40, 41, 42, 43, 44	3203369.07889008010	Proyecto	OBRA	PTAR	144.461900

TEMA: OE Poligonal envolvente

Información sobre OE Poligonal envolvente		Información sobre los componentes georreferenciados y su incidencia en OE Poligonal envolvente											
Ordenamiento	Tipo	UGA	UGA/Usos/Etc.	Política	Política(Mapa)	Uso Predominante	Criterios	Superficie del Ordenamiento (Ha)	Proyecto	Componente	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Sup. de incidencia del proyecto en el polígono del tema (m2)
Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California.	Regional			Sin datos	N/A y/o Sin dato			87764.55794395000	Proyecto	OBRA	PTAR	144.461900215075	144.461900215075
Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada	Regional			Sin datos	N/A y/o Sin dato			87764.55794395000	Proyecto	OBRA	PTAR	144.461900215075	144.461900215075

Figura 8.- sistema SIGEIA, se puede observar que el sistema solo El OEGT, el Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California y el Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada.

Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

A lo largo del trazo del emisor y donde se encuentra actualmente la PTAR no se pasa por ninguna de la Áreas Naturales Protegidas. Esto fue corroborado por medio del sistema se SIGEIA de la SEMARNAT. Cabe mencionar en este punto que el ANP más cercana es ISLAS DEL PACÍFICO DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA en específico las islas coronado que están a 15.5 km de distancia. Ahora bien cierto es que dicho programa no considera esta ANP, pero para tener una mejor perspectiva de las posibles afectaciones a la fauna marina por la colocación del emisor consideraremos esta ANP dentro del SA que se propondrá.

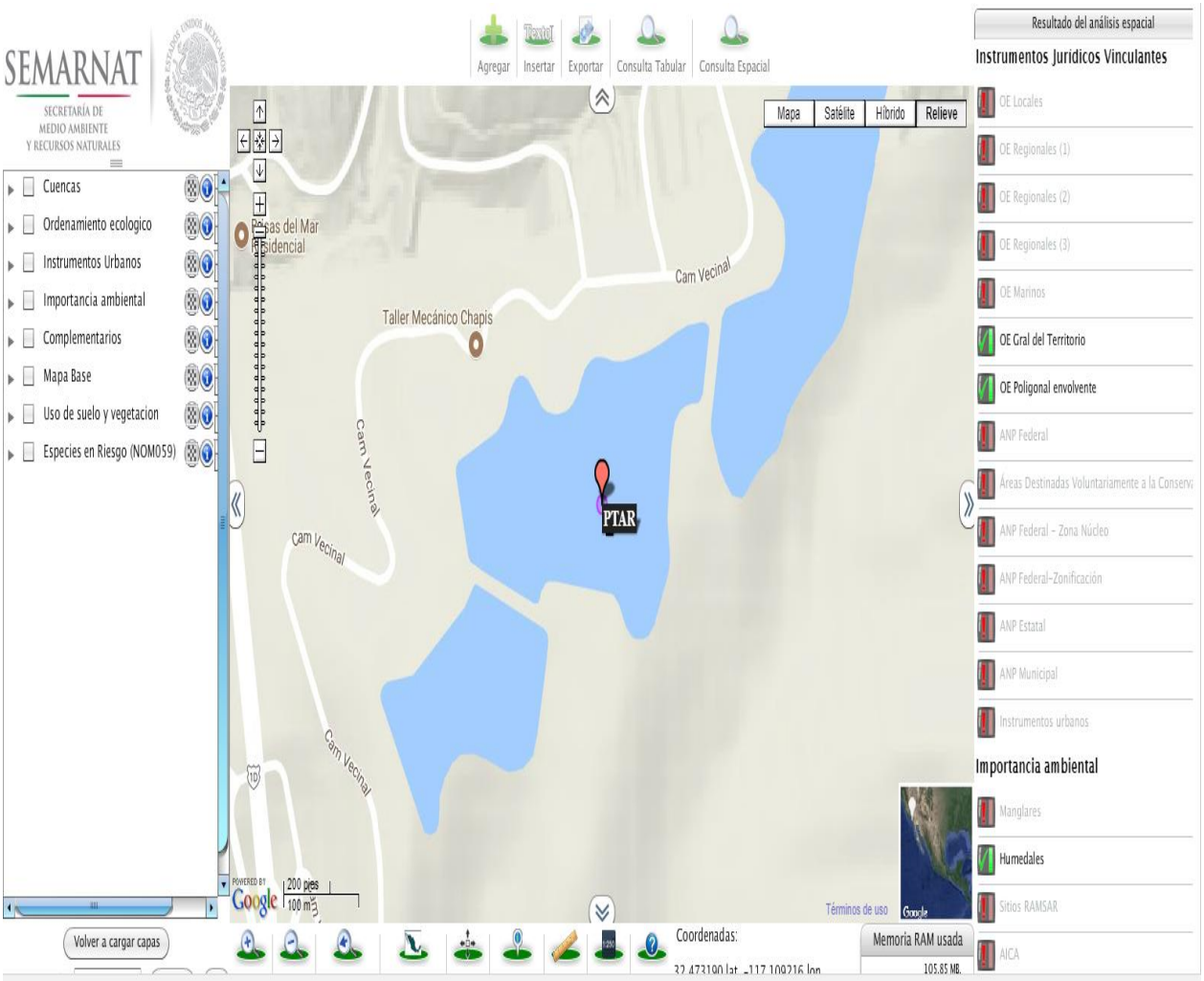
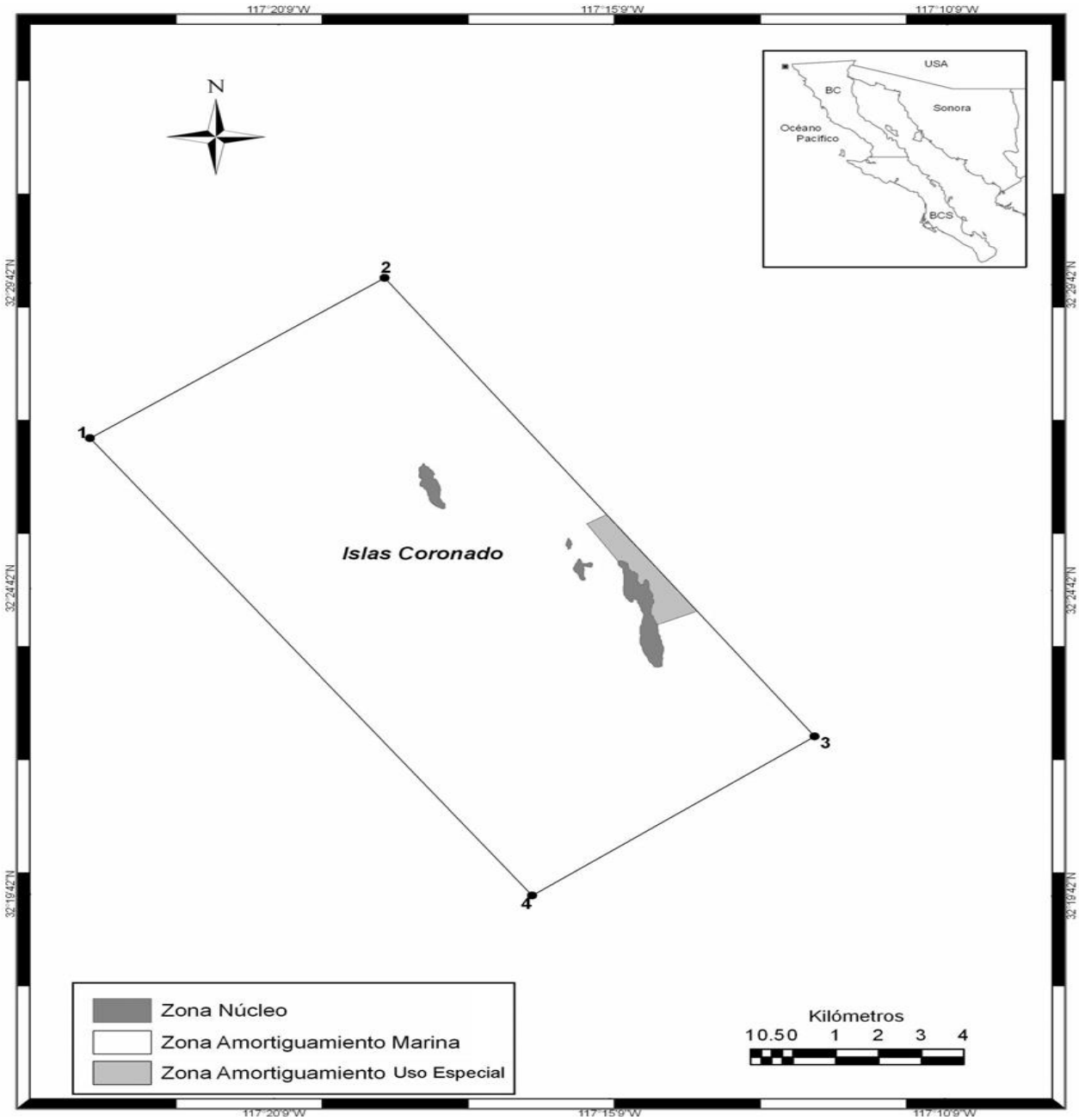


Imagen del SIGEIA donde se muestra que este programa oficial de la SEMARNAT no marca ninguna ANP en un Radio de 10 km.



En la presente imagen podemos observar los límites del ANP islas coronado, las cuales teóricamente no se verán afectadas por el proyecto en ninguna de sus faces (preparación del sito, construcción y operación), dentro de su zona de amortiguamiento, por lo que mucho menos se afectara su zona núcleo.

ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA RESERVA DE LA BIOSFERA ISLAS DEL PACIFICO DE BAJA CALIFORNIA

RESERVA DE LA BIOSFERA ISLAS DEL PACÍFICO DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA en específico las Islas Coronado.

Igualmente para este apartado tomaremos los puntos más importantes que sean vinculantes con nuestro proyecto.

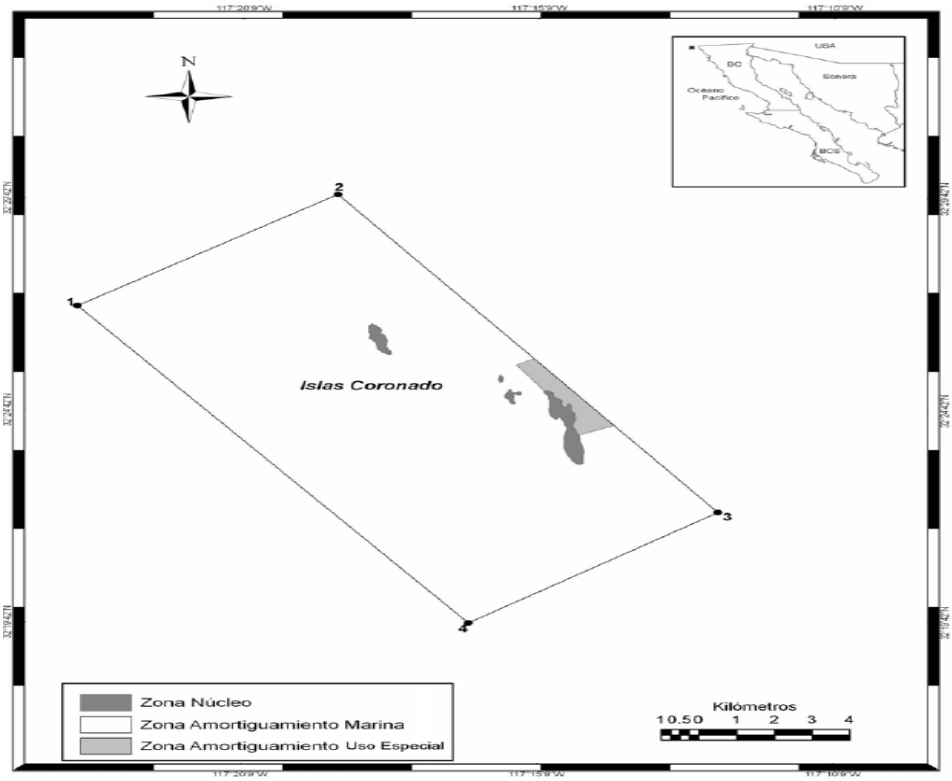
Las islas de todo el mundo son importantes para la conservación de la biodiversidad debido a que proporcionalmente son los territorios naturales más ricos del planeta en términos de especies endémicas. Son asimismo hábitat crítico para aves marinas, pinnípedos y tortugas marinas que se distribuyen por miles de kilómetros de océanos y que dependen de las islas para reproducirse (Tershy y Croll 1994, Whittaker 1998, Moran 1996, Tershy y Breese 1997). Se estima que 1 de cada 6 especies de plantas del mundo habita en islas oceánicas y que el 17% de las especies de aves del mundo está confinado a islas. En ambos casos las islas hacen una contribución desproporcionadamente alta considerando su superficie terrestre pequeña (3%) con respecto a los continentes (Whittaker 1998).

LA IMPORTANCIA DE LAS ISLAS DEL NOROESTE DE MÉXICO

Específicamente, las islas situadas en el Océano Pacífico de la Península de Baja California son reconocidas internacionalmente por su alta diversidad y abundancia de flora y fauna, y por la relativa integridad natural de sus ecosistemas. Estas islas sirven como importantes laboratorios para el estudio de los procesos naturales. El aislamiento y el hecho de ser ecosistemas relativamente simples, permiten a los ecólogos la creación de teorías e investigar los procesos evolutivos, la extinción y colonización de especies, así como las interacciones interespecíficas. Otro interés aplicado tiene que ver con la intensa fragmentación de los hábitats continentales por efecto de las actividades humanas. El estudio de los procesos ecológicos en las islas, por analogía, aporta explicaciones útiles para la comprensión amplia y el manejo de la fragmentación de los hábitats continentales.

OBJETIVOS

1. Proteger la flora y fauna de las islas del Océano Pacífico de la Península de Baja California y mantener viables y funcionales los procesos ecológicos y evolutivos en ellas.
2. Conservar el paisaje insular y marino, así como sus elementos naturales para el disfrute, esparcimiento y elevación de la calidad de vida de los habitantes actuales, visitantes y generaciones futuras.
3. Conservar las condiciones que influyen en las pesquerías de las aguas costeras de las islas, manteniendo los hábitats, el flujo de nutrientes y la calidad de las aguas.
4. Involucrar a las comunidades locales de usuarios en el desarrollo de planes de manejo y actividades de conservación y desarrollo sustentable de los recursos naturales de las islas, respetando sus derechos históricos de acceso a los recursos naturales.
5. Apoyar a las cooperativas locales en las acciones para el óptimo manejo de los recursos pesqueros, y motivar y guiar bajo el principio precautorio actividades alternativas de uso de los recursos naturales que puedan complementar sus ingresos.
6. Llevar a cabo actividades de educación ambiental para los residentes, usuarios de las islas y comunidades aledañas para promover una apreciación y entendimiento de la importancia de las islas para las especies de vida silvestre.
7. Proporcionar información, opinión y asesoría a las instituciones gubernamentales que revisan o someten propuestas de desarrollo y de actividades humanas en las islas.
8. Promover y desarrollar proyectos de investigación científica tendientes a comprender las necesidades para su conservación y manejo sustentable.
9. Desarrollar nuevas formas de soberanía y presencia nacional en estas islas a través del manejo de la conservación, el uso sustentable de los recursos naturales y la investigación científica, promoviendo esquemas de coordinación y gobernabilidad entre organizaciones civiles, instituciones académicas y dependencias de gobierno, en particular las federales y de manera destacada la SEMAR y SEGOB.



Superficie (Has.)					Coordenadas de polígono envolvente		
ZN	ZAT	ZAM	Total	Perímetro (m)	Vértice	Latitud	Longitud
175.688		14101.251	14276.919	51006.298	1	32° 29' 35.62"	117° 58' 46.93"
Frente a la ciudad de Tijuana, municipio de Tijuana, B.C					2	32° 22' 19.58"	117° 12' 6.17"
					3	32° 19' 42.14"	117° 16' 18.49"
					4	32° 27' 9.97"	117° 22' 56.42"

Fisiografía y Topografía de Islas Coronado

Las Islas Coronado se ubican aproximadamente a 13 km de Playas de Rosarito, B.C., y se componen de 3 islas principales (Isla Coronado Norte, Isla Coronado Intermedia, Isla Coronado Sur) y una isleta de menor tamaño (Roca Media), las cuales pertenecen a la provincia fisiográfica de la Península de Baja California (González-Medrano, 2003). La fisiografía de cada isla se describe a continuación (Lamb, 1978): Isla Coronado Sur. Con una longitud de 3.5 km y un ancho de 0.6 km, es la más grande de las Islas Coronado. La máxima altitud registrada es de 190 m. Una cresta angosta central se extiende a lo largo de toda la isla. Isla Coronado Norte. Tiene una longitud de 1.5 km, un ancho de 0.3 km, y una altura de 130 m en el Pico Medio. Presenta una cresta angosta a lo largo de toda su longitud y acantilados de 20 a 40 m de altura a lo largo de la costa oeste. La isla se compone

principalmente de arenisca roja expuesta excepto cerca de la cima, donde predomina arena fina. La arenisca presenta un buzamiento de 20° a 30° hacia el oeste. Isla Coronado Intermedia y Roca Media. La Isla Coronado Intermedia se localiza a 1 km hacia el oeste de la Isla Coronado Sur, y tiene una longitud de 300 m y un ancho en la parte media de 250 m, así como una altura máxima de 90 m. Una pequeña isleta ubicada al este de la Isla Intermedia es separada de ella por un canal somero, excepto durante la marea baja. La Roca Media tiene 150 m de largo por 130 m de ancho y una altura de 25 m en su punto más alto, y se localiza a 1.5 km al noroeste de la Coronado Sur.

Las principales comunidades de plantas en las islas del Pacífico de Baja California son arbustos marítimos desérticos o vegetación arbustiva marítima suculenta. Algunos de los géneros más comunes son Opuntia, Aphanisma, Oligomeris, Phyllospadix, Eschscholtzia, y Lepidium. Ciertos géneros están bien representados por especies endémicas en la mayoría de las islas, como es el caso de Dudleya, Cryptanthas, Galium, Malva, Malacothrix, Phacelia, Pinus, Lotus, Hemizonia y Eschscholtzia. El Cuadro 5 contiene una lista de las plantas endémicas registradas.

En particular, las Islas Coronado, ubicadas a 32 km al suroeste de San Diego, California, Estados Unidos y 13 km al oeste de Playas de Rosarito, Baja California, están en la Provincia Biogeográfica Californiana y presentan una vegetación nativa del tipo matorral costeño y marítimo, con la presencia de algunas especies exóticas de zonas de clima mediterráneo. Entre las plantas, existen tres o cuatro especies endémicas al grupo Coronado y otras tres endémicas de las Islas Californianas y las del Pacífico de Baja California.

En las islas que se incluyen en esta propuesta de RBIPBC habitan 117 especies de vertebrados terrestres, de los cuales el 29% (35) son endémicos. Cuarenta y nueve (49) de estas especies están protegidas por normas nacionales y/o internacionales. Los invertebrados han sido muy poco estudiados y las listas de especies son pobres o inexistentes.

Por su parte, en cuanto a fauna terrestre la Islas Coronado albergan dos especies de salamandras, cinco especies de lagartijas, tres especies de víboras, un número fluctuante de aves terrestres y una especie de mamíferos. Cuatro reptiles, un ave y el único mamífero son endémicos al grupo Coronado y un ave que es endémica a las Islas Californianas.

Los vertebrados marinos que habitan en las islas y/o en las aguas circundantes suman 24 especies. Dieciocho (18) de éstas se encuentran protegidas por normas nacionales y/o internacionales. En estas islas habitan poblaciones importantes de invertebrados marinos, así como peces de importancia comercial y colonias reproductoras de mamíferos marinos. En general la fauna y la flora marinas asociadas a estas islas han sido poco estudiadas.

La propuesta incluye una franja marina alrededor de cada una de las islas o grupos de islas. Se trata de polígonos envolventes simples a modo de “donas”, alrededor de las islas. Estos polígonos de mar circundante integran a los archipiélagos en un solo polígono, dándole mayor congruencia y simplicidad a su eventual manejo de conservación y de uso sustentable de recursos naturales, típicamente los pesqueros. El objetivo principal de esta extensión marina es contar con la posibilidad de participar en las decisiones de manejo que influyan en los procesos ecológicos, eventos y usos humanos, que se dan tanto en las aguas circundantes de las islas como en las interacciones tierra–océano. Estas zonas marinas resultan en zonas de amortiguamiento estratégicas que brindan a la administración de esta ANP la posibilidad de influir en las diversas interacciones —naturales y antropogénicas— que se dan entre la tierra de las islas y la franja oceánica inmediata que las circunda.

Se plantea aquí que el manejo y administración de los recursos pesqueros y marinos continuará siendo facultad del órgano competente, es decir, la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura. De esta manera la administración de esta ANP tendrá como prioridad principal la protección de las especies de vida silvestre y ecosistemas EPJ: Reserva de la Biosfera “Islas del Pacífico de Baja California” 48 insulares, que es

donde están las mayores amenazas a la biodiversidad por ser donde han ocurrido las extinciones. De manera complementaria, por las interacciones naturales y humanas que se dan entre el mar y las islas, la ANP tendrá interés en que las actividades ocurran sin deteriorar a la vida silvestre y a los recursos naturales de la región.

Entre las interacciones más intensas que se dan entre las islas y las aguas oceánicas adyacentes están las correspondientes a las redes tróficas. Estas complejas e imbricadas redes alimenticias son únicas debido a que la estructura y dinámica de las comunidades insulares está fuertemente influenciada por las aguas que las rodean (Polis et al. 2002). Los nutrientes marinos se incorporan a las redes tróficas terrestres insulares por medio de materia orgánica que se deposita en sus costas —restos de plantas y cadáveres de animales—, por transporte eólico de espuma y rocío, y por depósitos de excretas de aves y mamíferos marinos que se alimentan de la vida marina en el océano circundante (Polis et al. 2002). Para el ecosistema terrestre de las islas, estas aportaciones de nutrientes y carbón representan recursos que contribuyen a una mayor productividad primaria. Esto a su vez promueve mayores densidades poblacionales de flora y fauna en la isla, lo cual no sería posible si sólo dependiera de los recursos terrestres (Polis et al. 2002). Poblaciones grandes y estables, que pueden existir gracias a la productividad orgánica primaria de los océanos y la vida marina, son menos propensas a extinguirse. Por esto las comunidades marinas y la continuidad en el aporte de nutrientes del mar a las islas se debe mantener en el mejor estado posible, pues de ello depende la salud del ecosistema terrestre. Este es el proceso natural más relevante a conservar entre esas interacciones.

Las aguas marinas alrededor de las Islas Coronado soportan una diversidad de peces e invertebrados típica de la Región Ensenadense. Las aguas son relativamente someras por encontrarse en el área de la plataforma continental. La fauna bentónica se caracteriza por la presencia de corales, erizos marinos (*Strongylocentrotus franciscanus* y *S. purpuratus*) y langostas (*Panulirus interruptus*

y *P. inflatus*). Los erizos y las langostas están sujetas a la pesca comercial por los residentes de la costa de Baja California. Antiguamente, había una extracción masiva de abulones (*Haliotis laevigata* y *H. rubra*) lo que ha ocasionado una disminución de las poblaciones.

En las zonas con suelo rocoso entre las islas y la costa continental se han registrado tres especies de corales blandos (*Muricea californica, M. fruticosa* y *Lophogorgia sp.*), una de corales duros (*Astrangia losangellensis*), y se ha considerado la potencial presencia en las zonas rocosas de la especies *Allopora californica* (de Witt, 2003). A pesar de que la abundancia de los ejemplares de corales en la zona, es en comparación con otros sitios, relativamente escasa.

Entre las islas, existen bosques de sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*), hábitat importante para muchos peces como el garibaldi (*Hypsypops rubicunda*), los rocotes (*Sebastes spp.*) y el sargacero (*Gibbonsia elegans*).

Algunos de los peces importantes o típicos de la zona de las Islas Coronado incluyen a las sardina monterrey (*Sardinops sagax*), la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), la macarela (*Scomber japonicus*), el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*), el jurel (*Seriola lalandi*), la barracuda (*Sphyraena argentea*), los tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*), azules (*Prionace glauca*) y martillos (*Sphyrna lewini*) y la manta (*Manta birostris*).
Cabe destacar la presencia de ranchos o granjas de atún al sureste de la Isla Sur, las cuales quedan dentro del Área Natural Protegida propuesta.

Se conoce muy poco acerca de la distribución y abundancia de mamíferos marinos (residentes y con patrones estacionales) a lo largo de la costa de Baja California (Stewart, 2003). Los mamíferos marinos fueron estudiados en la zona de las Islas Coronado por Stewart en 2002/2003. Durante éste período los mamíferos marinos fueron relativamente diversos, con la presencia estacional de cuatro especies de cetáceos odontoceti: delfín de costado blanco del Pacífico (*Lagenorhynchus*

obliquidens), el delfín común (*Delphinus delphis*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), calderón gris (*Grampus griseus*), cinco especies de cetáceos mysticeti ballena gris de California (*Eschrichtius robustus*), rorcual común (*Balaenoptera physalus*), ballena azul (*Balaenoptera musculus*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), ballena minke (*Balaenoptera acutorostrata*). Una especie de pinnípedo fue observada en el mar, el león marino de California (*Zalophus californianus*) y otras dos especies: elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*), foca de puerto (*Phoca vitulina*) observadas en tierra firme. Con excepción de los delfines comunes y de los delfines de costados blancos del Pacífico, el tamaño de los grupos era pequeño y la mayor parte de los animales estaban emigrando a través del área o estaban alimentándose o agrupándose en áreas lejos de las Islas Coronado (Stewart, 2003).

Las ballenas grises de California parecen desviarse de la costa cerca de San Diego y la mayor parte de ellas permanecen al oeste de las Islas Coronado en su migración hacia el sur desde diciembre hasta principios de febrero, con excepción de las hembras ocasionales con ballenatos recién nacidos que pueden viajar cerca de la costa firme de Baja California. Aparentemente también permanecen al oeste de las Islas Coronado durante la migración hacia el norte en marzo y abril (Stewart, 2003).

El Estado de conservación de las Islas Coronado

Debido a su aislamiento de los centros de actividades humanas de la región y a la protección ofrecida por las prohibiciones de acceso y uso existentes y la presencia del destacamento de la Marina, las islas se encuentran en buen estado de conservación. Anteriormente, se había introducido algunas especies de mamíferos exóticos a las islas, entre las cuales se incluyen el gato doméstico, el burro y los chivos. Cada una de estas especies presentaba amenazas a la integridad de los ecosistemas de las islas y su flora y fauna. Ya en 1910, el ornitólogo Howell destacó la amenaza del gato para las aves de la Isla Sur: “...temo que [los codornices] nunca llegarán al rango de subespecie porque si nadie logra matar al gato negro que se encuentra ahora en la isla, están destinados a ser rápidamente exterminados”

(Howell 1910:187). De acuerdo a Oberbauer (1997a), la presencia de un grupo de chivos en la Isla Sur había reducido la cobertura de arbustos, incluyendo la especie endémica insular Malva occidentalis. Afortunadamente, se ha logrado eliminar los gatos, chivos y burros de las Islas Coronado (Tershy et al. 2002, Wood et al. 2002).

Otra hecho importante es que, a diferencia de muchas otras islas, las Islas Coronado nunca sufrieron de invasiones por ratas o ratones exóticos. Los datos históricos indican la erradicación local de algunas especies como el águila de cabeza blanca, el halcón peregrino y la nutria marina. Sin embargo, hay indicios de un retorno de algunas de estas especies. Hace más de 50 años que no se ha observado el cincuate endémico identificado por Klauber en 1947. Las focas, lobos marinos y elefantes marinos utilizan las playas y rocas de la costa de las islas Coroando como apostaderos o loberas donde tienen actualmente poca interferencia de actividades humanas. May e Ike (1981) reportaron la presencia de una colonia reproductiva de lobos marinos en el lado occidental de la Isla Norte. Las Islas Coronado se destacan como sitios de anidamiento para 10 especies de aves marinas (Jehl 1973, Everett y Anderson 1991). Especies reproductoras incluyen: *Oceanodroma leucorhoa*, O. *homochroa*, O. *melania*, *Pelecanus occidentalis*, *Phalacrocorax auritus*, *P. penicillatus*, *P. pelagicus*, *Larus occidentalis*, *Synthliboramphus hypoleucus* y *Ptychoramphus aleuticus*.

Cinco de éstas se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (*Synthliboramphus hypoleucus*, *Oceanodroma leucorhoa*, O. *homochroa*, O. *melania* y *Ptychoramphus aleuticus*) y dos consideradas como amenazadas o en peligro de extinción en California (*Pelecanus occidentalis* y *Synthliboramphus hypoleucus*).

Los ecosistemas de las Islas Coronado son únicos en cuanto a los siguientes aspectos:

• Presencia de cuatro especies completamente endémicas de plantas y seis taxa completamente endémicos de vertebrados, los cuales no se presentan fuera de estas islas y por ende en ningún área natural protegida

• Presencia de tres especies de plantas y una subespecie de aves endémicas de las Islas Californianas • Presencia de colonias reproductivas de importancia global del mérgulo de Xantus (Synthliboramphus hypoleucus) y otras aves marinas como los paíños, los pelícanos, los cormoranes y las alcuelas de Cassin.

EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD

El Programa de Conservación y Manejo se concibe como una herramienta de planeación flexible y medible al corto, mediano y largo plazos, cuya característica permite mantener sus elementos actualizados y vigentes, acordes con el avance en el conocimiento de las características físicas, biológicas y sociales del área, producto tanto de la investigación científica como de la experiencia adquirida en la propia instrumentación de las acciones planteadas. En este aspecto, los trabajos para la revisión del avance y redefinición de criterios o políticas de manejo, deben significar una parte importante, en términos del esfuerzo dedicado a ellos.

En este sentido la evaluación del Programa de Manejo pretende:

− Analizar los objetivos, estrategias y metas planteadas y evaluar su cumplimiento.

− Evaluar si el esfuerzo y recursos asignados corresponden a los resultados observados.

− Analizar la congruencia entre los objetivos planteados y las acciones realizadas.

− Analizar y discutir la problemática que se enfrentó al ejecutar el programa y discutir las alternativas de solución.

− Rectificar y ajustar las acciones para la consecución de los objetivos planteados.

− Mantener actualizado y vigente el Programa de Manejo, como instrumento rector de planeación de las acciones que se realicen en el área al corto, mediano y largo plazos.

Como se podrá observar del **Estudio Previo Justificativo Para El Establecimiento De Área Natural Protegida Reserva De La Biosfera Islas Del Pacifico De Baja California**, nuestro proyecto además de tratar de preservar la biodiversidad y no alterar los ciclos biológicos, aportara una pequeña parte de

nutrientes a las cadenas tróficas que se llevan a cabo; claro que cumpliendo con los parámetros solicitados por la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Aquí cabe mencionar que la Región Marina prioritaria donde se encuentra el proyecto es la 01 Ensenadense donde según la **CONABIO** tiene las siguientes características:

Clima	Semicálido árido a semiárido; veranos secos con lluvias invernales. Temperatura media anual 12-18° C. Ocurren frentes fríos.
Geología	Placa del Pacífico; rocas ígneas y sedimentarias
Descripción	Zona de matorral, dunas costeras, zonas oceánicas, islas, lagunas, bahías, playas, marismas, acantilados
Oceanografía	Surgencias estacionales. Predomina la corriente de California. Oleaje alto. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos y arroyos. Ocurre marea roja así como procesos de turbulencia, concentración, retención y enriquecimiento de nutrientes, transporte de Ekman. Presencia de "El Niño" Oscilación del Sur (ENOS), sólo cuando el fenómeno es muy severo.
Biodiversidad	Moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos, plantas. Endemismo de peces, invertebrados y plantas (*Agave shawii*, *Aesculus* spp, *Sarcostemma arenaria*, *Adenothamnus validus*, *Ambrosia chenopodifolia*, *Coreopsis maritima*, *Haplopappus arenarius*, *H. berberidis*, *H. palmeri*, *H. venetus*, *Hazardia berberidis*, *H. orwtti*, *Hemizonia greeneana*, *Bergerocactus emoryi*, *Echinocereus maritimus*, *Ferocactus viridescens*, *Lemairocereus thurberi*, *Atriplex julaceae*, *Dudleya ingens*, *Phacelia* spp, *Salvia munzii*, *Lathyrus latifolius*, *Lotus distidus*, *L. watsonii*, *Fraxinus*

	trifoliata, *Stipa diegoensis*, *Eriogonum fasciculatum*, *E. grande*, *Ceanothus verrucosus*, *Rhamnus insula*, *Cneoridium dumosum*, *Ptelea aptera*, *Ribes tortuosum*, *R. viburnifolium*, *Galvezia juncea*). Zona migratoria de aves y cetáceos.
Aspectos económicos	Pesca intensiva tipo artesanal, cooperativas, flotas pesqueras y cultivos. Se explota el abulón (*Haliotis* spp), algas (*Macrocystis* spp), erizo rojo y púrpura (*Strongylocentrotus* spp), langosta (*Panulirus* spp), ostiones, mejillones y peces. Turismo fronterizo de alto impacto y de bajo impacto en partes más sureñas. Gran potencial para el ecoturismo. Existe agricultura, industria, transporte y recursos geotérmicos, petroleros y minerales (fosforita).
Problemática	Modificación del entorno: disminución de agua dulce por desforestación, apertura de áreas agrícolas y construcción de caminos. Encauzamiento del río Tijuana. Contaminación: por aguas residuales (principalmente por descargas de asentamientos humanos irregulares en Tijuana y Ensenada), basura, escurrimientos, pesticidas y fertilizantes (la zona agrícola de San Quintín contaminada por agroquímicos). Uso de recursos: presión pesquera sobre comunidades vegetales, abulón, almeja y erizo. Dunas y matorrales en riesgo. Pesca ilegal. Especies introducidas: gatos (*Felis catus*), perros (*Canis familiaris*), matorral (*Bromus rubens*), plantas (*Carpobrotus aequilatens*) y crustáceos (*Crassostea gigas*). Regulación: falta de esquemas integrales de conservación.
Conservación	Se pretende rescatar los parches de matorral costero entre la zona hotelera y la agrícola, considerados en peligro de extinción, los cuales funcionan como corredores para especies migratorias

	y residentes. El Estero Punta Banda se propone como zona protegida; hay estudios que lo aprueban y se cuenta con el acuerdo político local. San Quintín-El Rosario (dunas El Socorro) es un ecotono entre el clima mediterráneo y el desierto central, se encuentra en buen estado y concentra una gran diversidad de especies; es área de alimentación y estancia invernal de aves. Existe el riesgo de que sea fuertemente alterada por la agricultura. Zona marina de gran importancia para mamíferos marinos.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO BAJA CALIFORNIA 2020-2024.

El Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2020-2024 (PEDBC 2020-2024), es el documento rector de las políticas públicas estatales, de corto y mediano plazo, construido socialmente en un proceso estrecho y colectivo con la ciudadanía, escuchándola y palpando de cerca sus necesidades y aspiraciones; un ejercicio democrático de gobernanza orientado a reconstruir un puente de diálogo social, debilitado con el paso del tiempo por el desinterés y apatía gubernamental. La planeación del desarrollo requiere prioritariamente enlazarse y dar atención primordial al bienestar de las personas, como una respuesta de justicia social, ya que es evidente que el crecimiento económico en sí mismo, no garantiza que se superen las brechas de desigualdad existentes que han llevado a sectores de la población a vivir en condiciones de marginación y pobreza.

Es por ello que este plan, tiene como piedra angular elevar el desarrollo humano y buscar el crecimiento y desarrollo de la entidad, con el bienestar de sus habitantes como centro de sus estrategias. El Marco Programático de Planeación (Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción), fue formulado en procesos de planeación participativa, donde convergieron en mesas de trabajo deliberativas, los sectores sociales y productivos e instituciones públicas; mismas que aportaron elementos que permitieron construir colectivamente la vertiente de acción pública, para atender problemáticas que aquejan a las familias bajacalifornianas. El PEDBC 2020-2024

fue alineado con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, y a los compromisos adquiridos por el Gobernador Constitucional del Estado con los bajacalifornianos registrados en el documento denominado “100 propuestas de gobierno para estar al 100” clasificados en 16 estrategias y 10 ejes rectores, que incorporan principios universales y éticos que demanda la sociedad, estableciendo:

6 POLÍTICAS PÚBLICAS OPERATIVAS:

1. BIENESTAR SOCIAL
2. SEGURIDAD Y PAZ PARA TODOS
3. DINAMISMO ECONÓMICO, IGUALITARIO Y SOSTENIBLE
4. DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO
5. GOBIERNO AUSTERO Y HACIENDA ORDENADA
6. POLÍTICA Y GOBERNABILIDAD DEMOCRÁTICA

PRINCIPIOS RECTORES DEL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO

Para cumplir el compromiso de asegurar el bienestar de Baja California, las instituciones gubernamentales asumen la responsabilidad de impulsar políticas con un enfoque cercano a los ciudadanos, respetando sus Derechos Humanos, en observancia de los siguientes principios rectores que establece el artículo 4 de la Ley de Planeación para el Estado de Baja California:

1. El de racionalidad, para posibilitar el aprovechamiento máximo de los recursos humanos, materiales y económicos;
2. El de continuidad, para que la modificación o supresión de todo Plan o programa se sustente en un estudio social, económico, político y jurídico que lo justifique.
3. El de universalidad, integrando las diferentes fases o etapas del proceso económico, social, ambiental y administrativo, previendo las consecuencias institucionales que producirá la instrumentación de sus acciones en el entorno sociopolítico del Estado;

4. El de unidad, para que todo programa e iniciativa derivada del Plan Estratégico del Estado y del Plan Estatal de Desarrollo, así como de los planes municipales equivalentes, estén coordinados entre sí, formando un todo, orgánico, funcional y compatible;

5. El de inherencia, para salvaguardar en todo tiempo los principios y valores de legalidad, honradez, imparcialidad y eficiencia de los recursos públicos;

6. De previsión, para fundamentar toda planeación en la investigación y estudios con horizonte de mediano y largo plazos, asegurando la sustentabilidad del desarrollo, y

7. El de bienestar social, para garantizar la igualdad de derechos y oportunidades entre mujeres y hombres; la equidad de género, el desarrollo integral de los pueblos y comunidades indígenas, la atención de las necesidades básicas de la población y la mejoría, en todos los aspectos de la calidad de la vida, con el objeto de lograr una sociedad más igualitaria y garantizar un ambiente adecuado para el desarrollo de la población.

El Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2020-2024 (PEDBC 2020-2024), está alineado a los principios rectores, a las directrices y lineamientos que definen cada una de sus políticas públicas operativas y transversales, al Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024.

Un elemento fundamental que se consideró en la formulación del plan, atendiendo el mandato del Gobierno Federal fue, estructurar un documento consensuado con la sociedad y encaminado a la construcción de un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales. Otro compromiso fundamental que asume el presente gobierno y que se contempla en los compromisos traducidos en objetivos y estrategias que integra este PEDBC 2020-2024, son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Tabla 1. Matriz de Alineación

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE BAJA CALIFORNIA
POLÍTICAS PÚBLICAS OPERATIVAS Y TRANSVERSALES		
Bienestar Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.	Objetivo 1 Fin de la Pobreza. Objetivo 3 Salud y Bienestar Objetivo 4 Educación de Calidad Objetivo 5 Igualdad de Género Objetivo 10 Reducción de las Desigualdades Reducir la desigualdad en y entre los países.	**Bienestar Social** Mejorar el nivel social de los bajacalifornianos ampliando las oportunidades para lograr un mayor desarrollo humano y elevar su calidad de vida, a través de políticas públicas coordinadas que impacten en la disminución de las condiciones de vulnerabilidad, las carencias sociales, fomenten la integración y estabilidad familiar, generen condiciones de salud, seguridad social, calidad educativa y promuevan la integridad social e igualdad sustantiva.
Justicia y Estado de Derecho Garantizar la construcción de la paz, el pleno ejercicio de los Derechos Humanos, la gobernabilidad democrática y el fortalecimiento de las instituciones del Estado mexicano.	Objetivo 16 Paz, Justicia e Instituciones Sólidas Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones capaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.	**Seguridad y Paz para Todos** Contribuir a la seguridad y paz para todos, a través de un sistema integral garante de justicia, basado en acciones de prevención, investigación y combate al delito, con personal profesional y confiable, y con el apoyo de herramientas tecnológicas y de información que permitan disminuir los índices de violencia y la impunidad, privilegiando los derechos de los ciudadanos.
Desarrollo Económico Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.	Objetivo 2 Hambre Cero Objetivo 7 Energía Asequible y No Contaminante Objetivo 12 Producción y Consumo Responsables Objetivo 13 Acción por el Clima Objetivo 14 Vida Submarina Objetivo 15 Vida de Ecosistemas Terrestres.	**Desarrollo Económico, Igualitario y Sostenible** Contribuir al fortalecimiento de la economía de Baja California a través de acciones y proyectos que incentiven la competitividad de los actores de la economía.
Territorio y Desarrollo Sostenible Fortalecer la rectoría y vinculación del ordenamiento territorial y ecológico de los asentamientos humanos y de la tenencia de la tierra, mediante el uso racional y equilibrado del territorio, promoviendo la accesibilidad y la movilidad eficiente. Promover y apoyar el acceso a una vivienda adecuada y accesible, en un entorno ordenado y sostenible.	Objetivo 6 Agua Limpia y Saneamiento Objetivo 9 Industria, Innovación e Infraestructura. Objetivo 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles.	**Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial** Contribuir a un crecimiento económico equilibrado y competitivo del Estado mediante la dotación de infraestructura de comunicaciones y transporte, que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible a lo largo del todo el territorio estatal, eficientizando los servicios de agua potable y saneamiento en sus cinco municipios; que garantice el bienestar de la población y el ejercicio efectivo de los Derechos Humanos, sociales, económicos, culturales y ambientales, mediante el ordenamiento del territorio para una eficiente administración urbana; así como la disponibilidad de suelo y propiedad regularizada, vivienda y equipamiento para toda su población.
Desarrollo Económico Propiciar un ambiente de estabilidad macroeconómica y finanzas públicas sostenibles que favorezcan la inversión pública y privada. Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.	Objetivo 8 Trabajo Decente y Crecimiento Económico. Objetivo 10 Reducción de las Desigualdades.	**Gobierno Austero y Hacienda Ordenada** Lograr un gobierno austero, responsable, moderno y transparente mediante políticas públicas definidas con enfoque en los resultados y en la calidad de los servicios que se brindan a la población.
Justicia y Estado de Derecho Fortalecer la cultura democrática, abrir el gobierno a la participación social y escuchar de manera permanente a la sociedad, dando especial atención a las mujeres y los grupos históricamente discriminados y marginados.	Objetivo 16 Paz, Justicia e Instituciones Sólidas Objetivo 17 Alianzas para Lograr los Objetivos	**Política y Gobernabilidad Democrática** Contribuir a la gobernabilidad democrática y al orden social del Estado de Baja California a través de la formulación e implementación de políticas públicas que provean certeza jurídica, respeto a los Derechos Humanos, mejoramiento de la movilidad urbana y protección de integridad de la ciudadanía y sus bienes.
Eje transversal 1 "Igualdad de género, no discriminación e inclusión" Garantizar que no se discrimine por motivos de índole socioeconómica, de género, origen étnico, orientación sexual, nacionalidad, condición de discapacidad o ciclo de vida. Lograr la igualdad sustantiva, ya sea de nivelación, de inclusión o acciones afirmativas. Garantizar la protección especial a los grupos que han sido históricamente marginados.	Objetivo 5 Igualdad de Género 5.1 Poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo. 4.5 Eliminar las disparidades de género en la educación y garantizar el acceso en condiciones de igualdad de las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad, a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional.	**Política transversal 1 Equidad, Inclusión y No Discriminación** Garantizar el pleno ejercicio de los Derechos Humanos de todas las personas en Baja California, para favorecer el libre desarrollo de la personalidad individual sin que esto represente vulneración, marginación o rezago social, a la par que todas las dependencias gubernamentales sumen esfuerzos encaminados a la erradicación de la violencia de género en un marco de respeto e igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres.
Eje transversal 2 "Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública" Prevenir y reducir los márgenes de discrecionalidad en la toma de decisiones o el uso inadecuado de los recursos públicos. Impulsar que la transparencia y la rendición de cuentas democrática sea simple, eficiente y expedita. Evitar la malversación de recursos o el condicionamiento político de los recursos.	Objetivo 16 Paz, Justicia e Instituciones Sólidas. 16.5 Reducir sustancialmente la corrupción y el soborno en todas sus formas. 16.6 Crear instituciones eficaces, responsables y transparentes a todos los niveles.	**Política transversal 2 Honestidad, Transparencia y Combate Frontal a la Corrupción** Contribuir a garantizar la absoluta transparencia de la gestión pública y promover una auténtica cultura anticorrupción entre los funcionarios públicos y la sociedad, a través de la implementación de mecanismos que permitan fortalecer la transparencia y rendición de cuentas generando un bien público en beneficio de la población del Estado.
Bienestar Promover y garantizar el acceso a un trabajo digno, con seguridad social y sin ningún tipo de discriminación, a través de la capacitación en el trabajo, el diálogo social, la política de recuperación de salarios y el cumplimiento de la normatividad laboral, con énfasis en la población en situación de vulnerabilidad.	Objetivo 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles 11.3 Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para una planificación y gestión participativa. 11.7 Proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.	**Política transversal 1 Equidad, Inclusión y No Discriminación** Promover el desarrollo digno de las comunidades bajacalifornianas, en colonias urbanas como en las rurales en donde se concentre la población en situación vulnerable; a través de políticas públicas que fortalezcan la cohesión social y permitan mejorar las condiciones de la población, mediante esquemas de coordinación con los tres órdenes de gobierno y corresponsabilidad con las comunidades y la sociedad organizada.

4.- DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

4.4 Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento

Una vez recolectadas las aguas residuales, debe enfrentarse con la tarea de brindarle a la población el saneamiento de las mismas, así como el desalojo y la adecuada disposición a cuerpos receptores, evitando que causen contaminación a estos destinos y se conviertan en potenciales focos de infección y riesgos de salud, además de ser factores para sanciones a los organismos operadores, así como impulsar el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas y en su caso sin tratar en diversos usos como el agrícola, industrial y riego de áreas verdes.

Sin embargo, para cumplir con lo anterior se requiere que las instalaciones de los sistemas de saneamiento se encuentren en condiciones suficientes y con operaciones óptimas, y en el estudio de la situación prevaleciente en el tema, se encontró la observación de que algunas de las plantas de tratamiento de aguas residuales están rebasadas en su capacidad y operando deficientemente, además de presentarse una disposición inadecuada de los lodos producidos en los procesos de tratamiento.

En Mexicali se tiene el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Las Arenitas, que fue diseñada para una capacidad de tratamiento de 840 litros por segundo y en los últimos años está recibiendo un promedio del orden de 960 litros por segundo con picos que superan los 1,000 litros por segundo, rebasando su capacidad, además de que la calidad del agua recibida no coincide con la caracterización considerada en el diseño original.

Asimismo, como parte de la infraestructura de saneamiento, se encuentran los cárcamos y plantas de bombeo de aguas residuales en condiciones de deterioro en su estructura y con equipos operando deficientemente, de las cuales algunas se han rehabilitado en sus componentes y otras están en proceso de rehabilitación y propuestas en esquemas de programas binacionales para su financiamiento conjunto entre México y los Estados Unidos de América.

En Tecate, en lo que se refiere a las plantas de tratamiento de agua residual, se observa al igual que en los otros municipios un incremento en la carga orgánica contenida en el agua a tratar, lo que compromete el cumplimiento con las disposiciones normativas.

Si bien algunas instalaciones fueron diseñadas para recibir un gasto hidráulico mayor, no necesariamente van a poder dar cumplimiento debido al cambio en la calidad del agua de entrada. Este cambio en la calidad del agua es producto de un menor consumo de agua promovido por la cultura del agua y la implementación de nuevos equipos ahorradores de agua.

Un caso particular es el de la PTAR Tecate, la cual cuenta con un sistema de tratamiento de filtros percoladores o biofiltros, los cuales, si bien pueden remover algunos parámetros como nitrógeno, su capacidad es limitada en comparación de otros sistemas de tratamiento. Además, cabe resaltar que por las condiciones que presenta el municipio de Tecate en cuanto a la baja disponibilidad del agua en sus fuentes locales, es necesario de precisar de tecnologías más eficientes para poder producir agua que favorezca el intercambio por agua de primer uso o bien poder infiltrarla para utilizarla en algún futuro.

Actualmente existe una línea de conducción de agua recuperada o agua residual tratada (morada) de casi 9 kilómetros de longitud y cuyo objetivo es fomentar el reuso de esta en el medio ambiente, como gasto ecológico, entre otras actividades. Una vez que se mejore la calidad al optimizar la PTAR de Tecate, se incrementarán las posibilidades de aprovechar el agua.

Asimismo, no se cuenta con un plan estratégico para el manejo de los lodos producidos en la infraestructura de saneamiento a cargo del organismo, los cuales se disponen en el municipio de Playas de Rosarito a través de un tercero, por lo que se requiere analizar distintas alternativas que permitan reducir los costos, así como identificar zonas para poder aprovechar los lodos como mejorador de suelo.

También, en las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito generan un volumen anual de agua residual de 82,011,000 metros cúbicos, de los cuales el 94% reciben tratamiento, sin embargo, es importante resaltar que gran parte del agua tratada no cumple con la normatividad.

El municipio de Tijuana cuenta con cuatro cuencas de aportación de aguas residuales, cada una con su planta de tratamiento principal (Planta de San Antonio de los Buenos, Planta Internacional de Aguas Residuales, Arturo Herrera y La Morita), así como otras más pequeñas, algunas no entregadas al organismo y aún bajo la responsabilidad de los desarrolladores.

Referente a la PTAR Tecolote – La Gloria (subcuenca San Antonio de los Buenos), no existe una descarga de la planta ya que la construcción de la planta está inconclusa por lo que no hay una obra de toma ni de descarga; dicha agua residual desemboca en el arroyo San Antonio de los Buenos que a su vez desemboca en el Océano Pacífico.

Por otra parte, la PTAR San Antonio de los Buenos no funciona adecuadamente, pues las eficiencias de remoción están muy por debajo de lo esperado, ocasionando que no se cumpla con la normatividad y a su vez ocasionando diversos problemas tanto ambientales, sociales e internacionales, ya que ocasionalmente la ciudad de Imperial Beach, en el Estado de California, EUA, es afectada por descargas de aguas residuales provenientes del Río Tijuana las cuales contaminan las playas, situación que afecta tanto a turistas como residentes.

En cuanto a la disposición de lodos, la mayoría de las plantas de tratamiento que se encuentran bajo la supervisión de la CESPT funcionan mediante Lodos Activados con Aireación Extendida. El proceso del tratamiento de las aguas residuales produce grandes volúmenes de sólidos con una cantidad variable de humedad, que no han sido sometidos a procesos de estabilización, por lo que el manejo y disposición de este residuo se vuelve más complejo día a día.

En la actualidad, los lodos generados por las plantas de tratamiento de Tijuana y Playas de Rosarito, así como la PITAR (Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales), se disponen (estabilizados o no) en celdas de confinamiento localizadas a un costado de la planta de tratamiento de San Antonio de los Buenos, las cuales ya están saturadas. Recientemente se realizó un estudio de alternativas para la disposición de los lodos, por lo que deberá desarrollarse la solución seleccionada.

En cuanto al reuso de agua residual tratada, actualmente solo se aprovecha el 6.9% del agua tratada, lo que representa un volumen anual de 5,035,000 metros cúbicos. Sin embargo, se está trabajando en proyectos que promuevan el reuso de agua, específicamente para llevar agua tratada a Valle de las Palmas y Valle de Guadalupe para los sectores vinícolas y agrícolas.

En cuanto a la infraestructura de conducción y alejamiento, las plantas y cárcamos de bombeo se encuentran en malas condiciones debido a su vida útil avanzada y al insuficiente mantenimiento, por lo que es urgente establecer programas para su rehabilitación tanto civil como electromecánica.

Por su parte los emisores, colectores y subcolectores presentan problemas de azolve debido al insuficiente mantenimiento, lo que se agrava en temporada de lluvias por las deficiencias en el sistema pluvial; sin embargo el problema más crítico lo representan las tuberías antiguas de concreto que ya cumplieron con su vida útil y que presentan una desintegración muy avanzada debida a la corrosión de los gases que generan las aguas residuales, provocando taponamientos y colapsos, y estos a su vez derrames y contaminación de aguas residuales que además del impacto local, afectan la costa del sur de California.

Por otra parte, para que surta efecto una modificación integral estatal en los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, y un adecuado saneamiento y reuso a lo que da vida a toda la población, es necesario vincular los

esquemas que se encuentran desarticulados y que son parte esencial en la sustentabilidad de los servicios del vital líquido.

Para una planeación adecuada hay que sumar la participación de las áreas técnicas, jurídicas, productivas, administrativas, comerciales y financieras de quienes sean parte de este sector, para propiciar que en Baja California se cuente con un esquema estratégico que se traduzca en el manejo óptimo y de excelencia en el quehacer del suministro de agua y retiro saludable de residuos innecesarios.

La gestión del agua, entendida como el proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas, bienes, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, es base para el logro de los retos que se plantean en la presente Administración Estatal.

En lo que respecta al marco normativo jurídico que rige el servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se ha detectado que parte del mismo se encuentra estancado y debe ser analizado, actualizado y complementado para que sea acorde a las condiciones actuales que prevalecen en la actuación de los organismos operadores responsables de brindar los servicios a la población. Asimismo, se requiere la actualización permanente de la normatividad técnica de proyectos de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial.

En particular un tema a revisar es el de la responsabilidad del alcantarillado pluvial, que de acuerdo a los decretos de creación vigentes de los organismos operadores, no está bajo su responsabilidad y solamente en el caso de Mexicali, a partir de un encargo gubernamental en 1996, se han tomado acciones de construcción, reposición y rehabilitación de colectores pluviales, así como limpieza, desazolve y rehabilitación de bocas de tormenta.

MARCO PROPOSITIVO

OBJETIVO GENERAL

Contribuir a un crecimiento económico equilibrado y competitivo del Estado, mediante la dotación de infraestructura de comunicaciones y transporte a lo largo del territorio estatal, eficientizando los servicios de agua potable y saneamiento en sus cinco municipios y mejorar el ordenamiento del territorio, con una eficiente administración urbana, disponibilidad de suelo y propiedad regularizada, vivienda y equipamiento.

4.4 AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

Objetivo específico: Garantizar el abastecimiento suficiente en cantidad y calidad de agua potable a toda la población del Estado, en particular a los habitantes de la Zona Costa Oeste, así como brindar un mejor servicio de alcantarillado sanitario y pluvial y de saneamiento, mantener y ampliar sus coberturas y reforzar la gestión, administración y cuidado del agua.

4.4.3 Saneamiento y reúso

Estrategias	Líneas de Acción
1. Impulsar programas de rehabilitación, reposición y ampliación de los sistemas de saneamiento, así como construcción de nueva infraestructura en las cabeceras municipales y zonas rurales del Estado.	1.1 Elaborar diagnósticos y proyectos ejecutivos de acuerdo a las condiciones que presenta la infraestructura de saneamiento para realizar programas de inversión de reposición y rehabilitación de subcolectores, colectores, cárcamos y plantas de bombeo, plantas de tratamiento y emisores. 1.2 Elaborar proyectos ejecutivos para realizar un programa de ampliaciones o de obras nuevas de plantas de tratamiento de aguas residuales, impulsando como prioritarios los proyectos que lleven saneamiento a las zonas rurales donde se distribuye agua potable pero no existe infraestructura de saneamiento. 1.3 Realizar programas de conservación y mantenimiento preventivo en los sistemas de saneamiento. 1.4 Elaborar proyectos ejecutivos para el manejo, disposición y/o aprovechamiento de los lodos generados por el sistema de saneamiento. 1.5 Consolidar proyectos existentes y promover nuevos de reúso de aguas residuales a nivel de usos industrial, agrícola, riego de áreas verdes, ecológico, así como doméstico.

INDICADORES

Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

Porcentaje de cobertura estatal de agua potable.	Porcentaje	Mensual y Anual	96.7	CESPE, CESPM, CESPTE Y CESPT
Porcentaje de cobertura estatal de alcantarillado sanitario.	Porcentaje	Mensual y Anual	83.5	CESPE, CESPM, CESPTE Y CESPT
Porcentaje de cobertura estatal de alcantarillado pluvial.	Porcentaje	Mensual y Anual	24	CESPE, CESPM, CESPTE Y CESPT
Porcentaje estatal de tratamiento de aguas residuales.	Porcentaje	Mensual y Anual	99.5	CESPE, CESPM, CESPTE Y CESPT
Porcentaje estatal de reuso de aguas residuales.	Porcentaje	Mensual y Anual	38	CESPE, CESPM, CESPTE Y CESPT
Porcentaje estatal de eficiencia global de los organismos operadores.	Porcentaje	Mensual y Anual	73.8	CESPE, CESPM, CESPTE Y CESPT

PROYECTOS

Saneamiento y Reúso

Programa de Saneamiento de Tijuana.	Contar con infraestructura de saneamiento rehabilitada y ampliada, cobertura incrementada y proyectos de reúso operando eficientemente como fuente alterna de agua en diferentes usos a la población de ciudades y comunidades rurales en el Estado, así como en las del Sur de California, EUA.	Brindar a la población del Estado el saneamiento de las aguas residuales y alternativas de reúso de las aguas tratadas en actividades productivas en cultivos agrícolas, industriales y riego de áreas verdes que impacte positivamente al medio ambiente y evite contaminación y riesgos de salud a la población de ciudades y comunidades rurales en el Estado, así como dar cumplimiento a los compromisos binacionales establecidos en las actas de la Comisión Internacional de Límites y Aguas de ambos países.	2020-2024 CESPT
Ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales Las Arenitas en Mexicali.			2020-2024 CESPM
Programa de Rehabilitación del Sistema de Saneamiento de Mexicali.			2020-2024 CESPM
Proyecto de reuso de aguas tratadas de Tijuana para uso agrícola en Valle de Guadalupe.			2020-2024 CESPT
Planta de tratamiento de aguas residuales San Pablo en Tecate.			2020-2024 CESPTE
Planta de tratamiento de aguas residuales en el ejido Colonia Nuevo Hindú en Tecate.			2020-2024 CESPTE
Programa de Manejo, Disposición y Aprove-chamiento de Lodos Generados en el Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales en Tecate.			2020-2024 CESPTE

Como se puede observar el proyecto concuerda con lo planteado en el plan estatal, al hacer más eficiente la PTAR y esto a su vez provocara una mejora en los servicios.

PLAN ESTRATÉGICO DE BAJA CALIFORNIA 2013-2019

El Plan Estratégico de Baja California 2013-2019 es el proyecto rector del Gobierno del Estado y constituye la columna vertebral del Sistema Estatal del Desarrollo. De conformidad con la ley, dicho sistema pretende ser una "previsión ordenada y la ejecución de acciones que fomenten el desarrollo socioeconómico", mediante la acción del gobierno y la colaboración de la sociedad civil en "la vida política, económica, ambiental, social e institucional de la entidad", con la finalidad y el objetivo de "mejorar la calidad de vida de la población."

Definiéndolo como:

"Plan Estratégico del Estado. El documento que define la visión del Estado con una perspectiva de largo plazo, basándose en la identificación de las dinámicas sociales y económicas que han propiciado su nivel actual de desarrollo, identificando tendencias, fortalezas y oportunidades que habrán de ser aprovechadas de manera integral y oportuna bajo criterios de sustentabilidad, así como las necesidades de infraestructura y servicios de acuerdo con los escenarios futuros definidos de acuerdo con las dinámicas poblacional y económica productivas proyectadas para la entidad."

Ejes Rectores y Políticas Estratégicas

Ejes Rectores	Políticas Estratégicas
I. Desarrollo humano y sociedad equitativa	1. Elevar la calidad de vida y abatimiento de la pobreza 2. Promoción del bienestar social, la equidad y la participación comunitaria

	3. Financiamiento efectivo para el desarrollo social 4. Reestructuración organizacional del desarrollo social
II. Desarrollo económico sustentable	5. Gestión del desarrollo regional 6. Promoción de la inversión y generación de empleo 7. Investigación y desarrollo para la competitividad regional 8. Vocaciones regionales y diversificación de la economía fronteriza 9. Energías limpias 10. Protección al ambiente 11. Promoción del desarrollo regional
III. Infraestructura para la competitividad y el desarrollo	12. Un nuevo modelo de desarrollo urbano y metropolitano 13. Vivienda digna y sustentable 14. Vialidad, transporte y movilidad 15. Desarrollo regional y sistema de ordenamiento territorial 16. Infraestructura en materia de agua, saneamiento y energía limpia. 17. Cuidado del medio ambiente 18. Estrategias para el desarrollo urbano 19. Planes metropolitanos 20. Turismo 21. Fomento agropecuario 22. Pesca

	23. ¿A dónde queremos llegar? 24. Política sectorial 25. Cómo vamos a lograrlo 26. Proyectos estratégicos
IV. Educación para la vida	27. Cruzada por la calidad de la educación 28. Profesionalización del magisterio 29. Integración del Sistema Educativo Estatal 30. Acceso para todos a la educación 31. Impulso a la educación 32. Programas especiales 33. Retos para la educación media superior 34. Programa de mejoramiento de las escuelas 35 Vinculación de las escuelas con la sociedad 36. Arte y cultura para todos
V. Derechos humanos, legalidad, seguridad, justicia y reinserción social	37. Derechos humanos 38. Legalidad 39. Seguridad 40. Justicia 41. Reinserción social 42. Consideraciones y vinculación de los aspectos laborales para mejorar 43. Protección civil
VI. Democracia, sociedad y gobierno	44. Gubernatura democrática 45. Democracia ciudadana y sistema electoral

	46. Gobierno de servicio y calidad 47. Federalismo y municipio libre

DESARROLLO ECONÓMICO SUSTENTABLE

Protección al ambiente La protección al ambiente establece el control de las emisiones contaminantes, la protección de los recursos naturales y el desarrollo de una cultura ecológica.

• Aplicación de normatividad y estándares internacionales en zonas metropolitanas, corredores costeros y valles agrícolas.

• Convenios municipales con el sector industrial, inmobiliarias y empresas de transporte para aplicación de normatividad y fortalecimiento de redes de monitoreo de calidad del ambiente.

• Integración de la cultura ambiental en la currícula de educación básica, en la programación de los medios de comunicación masiva y en las agendas de investigación de las instituciones de educación superior.

• Promoción e impulso a programas de reciclaje en comunidades, empresas, escuelas y hogares.

• Convenios con instituciones privadas, centros académicos y grupos ambientalistas en la investigación para la calidad del ambiente.

• Estímulos fiscales para desarrollo tecnológico de infraestructura ambiental en áreas urbanas y rurales, zonas protegidas y protección de flora y fauna.

• Creación de Fondos especiales para programas municipales en el manejo integral de áreas verdes, reservas ecológicas y aprovechamiento racional del agua.

INFRAESTRUCTURA PARA LA COMPETITIVIDAD Y EL DESARROLLO

Desarrollo regional y sistema de ordenamiento territorial Considerando como un sistema de administración territorial el catastro de los 5 municipios, el registro público de la propiedad y la coordinación para la regularización, y gestión del suelo para urbanización, y control urbano, reglamentación y seguimiento.

Infraestructura en materia de agua, saneamiento y energía limpia Mejoramiento de la dimensión de la competitividad para el desarrollo de nuevos empleos en industria, turismo, comercio y servicios.

Cuidado del medio ambiente Con la definición de proyectos en beneficio de la calidad del aire. Abatir la contaminación, en el agua y el suelo.

Estrategias para el desarrollo urbano

Es prioritario coordinar los criterios federales con los del estado para lograr mayores créditos para suelo y vivienda considerando la saturación urbana para hacer ciudades compactas que sean sostenibles económicamente y sustentables en el medio ambiente.

Planes metropolitanos

Se han elaborado programas regionales o metropolitanos donde se busca el beneficio regional con base en alianzas, incluyendo la búsqueda de recursos federales.

Se dará seguimiento y actualización del Plan de desarrollo urbano 2013-2019 para estar en sintonía con la Federación y a la vez con los cinco municipios del estado de Baja California.

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano vigente establece un modelo de ordenamiento territorial; condos polos de desarrollo en la zona metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate-Ensenada y en laregión de la Ciudad de Mexicali y su Valle; 10 corredores económicos que cubren el territorio estatal; una zona de influencia binacional que va de la ciudad de Los Ángeles, California a la zona metropolitana transfronteriza de San Diego-Tijuana; el corredor costero Tijuana-Rosarito- Ensenada en la zona costa; y en la región del Mar de Cortés, cubre desde el estado de Arizona en Estados Unidos hasta las costas de Baja California y Sonora.

Las prioridades del sector quedan establecidas en los siguientes objetivos estratégicos que requiere el desarrollo urbano y rural:

• Fortalecer la planeación del desarrollo de las subregiones y de los centros de población bajo un enfoque de sustentabilidad. Lo que conlleva la conservación y crecimiento de los centros de población de manera ordenada, donde los planes y programas sectoriales estén vinculados entre sí para lograr el desarrollo armónico de las regiones.

• Articular el desarrollo regional con la protección de los ecosistemas estatales y binacionales. La sustentabilidad y el cuidado al medio ambiente son elementos vinculados estrechamente al desarrollo urbano, y requieren de ser incorporados desde una perspectiva de planeación estratégica ambiental como una herramienta que integre las iniciativas de desarrollo de infraestructura y equipamiento regional, crecimiento urbano y desarrollo industrial.

• Mejorar y diversificar los sistemas de captación, potabilización y distribución del agua potable, así como los sistemas de tratamiento de aguas residuales. El agua y saneamiento es un tema de vital importancia para el desarrollo regional sustentable, esto se dará en la medida en que se logre ofrecer el servicio a los diferentes sectores sociales, desde la perspectiva de manejo integral, donde intervenga el gobierno, la sociedad y los empresarios; deberá considerar que el agua es un recurso compartido entre dos naciones, por lo cual su planeación deberá incorporar los acuerdos de cooperación entre México y Estados Unidos en materia de dotación y saneamiento del recurso.

Proyectos estratégicos

Reusó de aguas tratadas de la Cd. De Tijuana, en el Valle de Guadalupe, Ensenada. Descripción

El acuífero de Valle de Guadalupe presenta una caída constante en los últimos años debido a la sobreexplotación, lo que representa un grave problema, para la

producción vitivinícola, el pano-rama del valle productor de vino más importante del país está en riesgo.

Eje

Infraestructura para la Competitividad y el Desarrollo

Ciudad

Tijuana / Ensenada

Ubicación

Tijuana / Ensenada

Beneficios

5,000 hectáreas de riego agrícola.

Participantes

CEA / SIDUE

Ejecución

18 meses

Responsable

SIDUE

Acciones Requeridas

Estudio de factibilidad, de impacto ambiental, bases de diseño, proyectos ejecutivos y proceso de licitación.

Objetivo del Proyecto

A través de un sistema integral que permita la recarga del acuífero se proporcionará una alternativa basada en los principios de un desarrollo agrícola responsable con el medio ambiente.

Como se puede ver estos lineamientos del Plan estratégico de Baja California 2013-2019, son los que más se vinculan con el proyecto de una forma muy generalizada, ya que este plan no particulariza trabajos exclusivos de saneamiento como son las PTAR´S.

PLAN HÍDRICO 2010-2030 PLANEACIÓN INTEGRAL DE TRATAMIENTO Y REUSO PARA LA ZONA URBANA DE TIJUANA Y PLAYAS DE ROSARITO

De la misma manera que hemos estado haciendo para el plan hídrico también tomaremos los estratos más relevantes de este que son vinculantes con el proyecto.

COBERTURA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El sistema de saneamiento de las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito se compone en términos generales de un sistema de recolección, conformado por atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores; cárcamos de bombeo y por plantas de tratamiento de aguas residuales.

La mayor parte del área de servicio del sistema de alcantarillado se ubica dentro de la cuenca del río Tijuana, el cual atraviesa la ciudad y se interna hacia los Estados Unidos, para finalmente desembocar en el Océano Pacífico. La topografía de Tijuana ocasiona que la ciudad drene de manera natural hacia el río Tijuana y posteriormente, hacia los Estados Unidos. Sin embargo, existen varias obras que permiten la intercepción de parte de los flujos de aguas en territorio mexicano, para su posterior conducción a la planta de tratamiento de San Antonio de los Buenos (Punta Bandera), ubicada al sur de Tijuana.

El resto del agua residual recolectada dentro de la cuenca del río Tijuana, aproximadamente 1,100 lps, fluyen hacia los Estados Unidos para su posterior tratamiento en la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales (PITAR), ubicada en la ciudad de San Diego. El agua tratada es descargada hacia el Océano Pacífico por medio de un emisor con descarga subacuática.

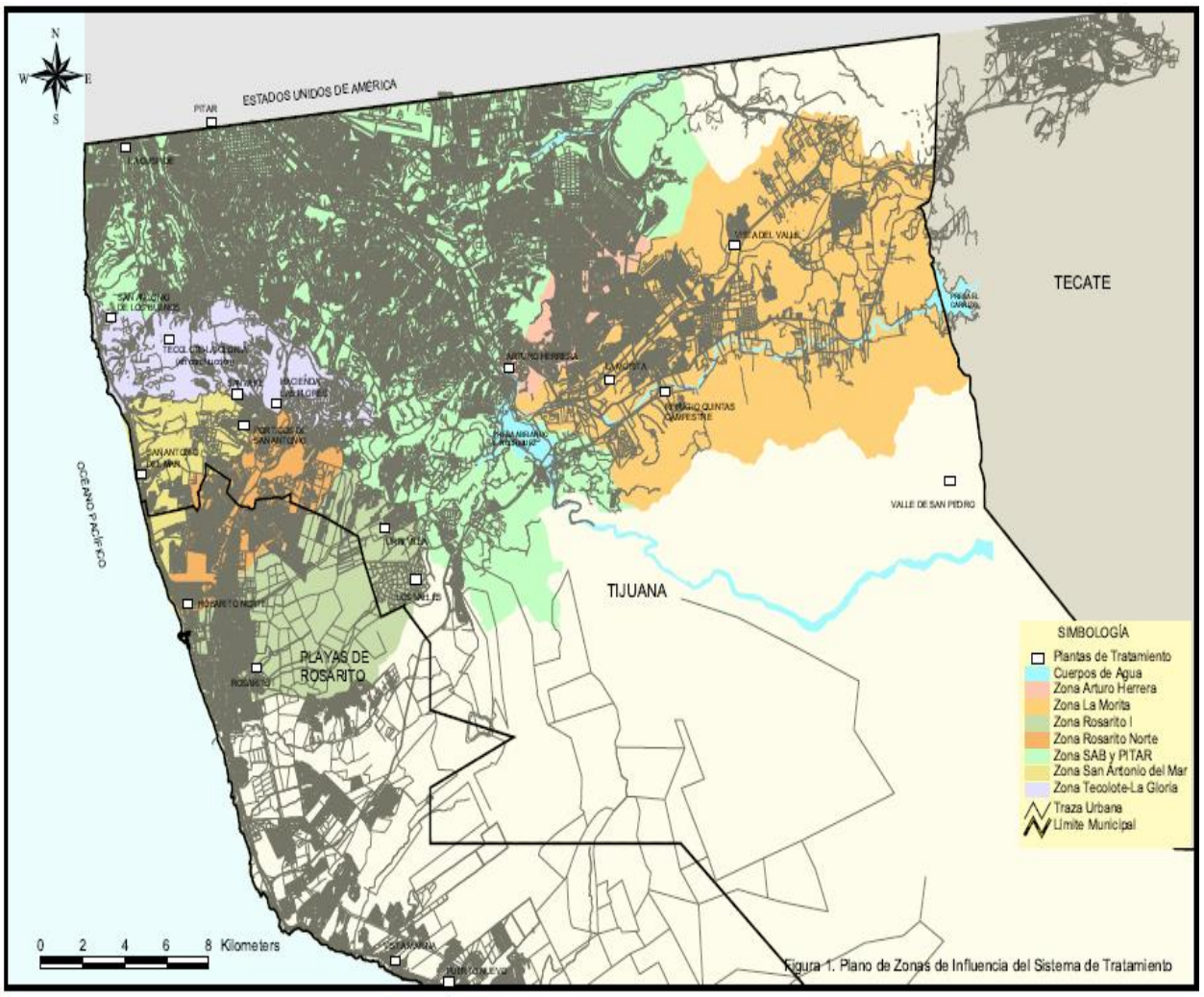


Figura 1. Plano de Zonas de Influencia del Sistema de Tratamiento

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los municipios de Tijuana y Playas de Rosarito cuentan con 17 plantas de tratamiento de las cuales el proceso varía desde lodos activados hasta lagunas de oxidación, el proceso de tratamiento comienza con la recepción de agua residual que es bombeada desde los puntos bajos y/o gravedad hasta donde se encuentra una planta de tratamiento, cabe mencionar que algunas de las plantas están equipadas para la recepción de pipas de fosas sépticas*.

Plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por CESPT

Nombre de la Planta	Fecha de Inicio de Operación y/o Entrega Recepción de las PTAR	Capacidad de Tratamiento (lps)	Proceso de Tratamiento	Tipo de Tratamiento	Disposición Final
Planta Internacional	09-Abr-97	1,100	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
San Antonio de los Buenos*	Ene-1987	1,100	Lagunas de Oxidación	Secundario	Océano Pacifico
Urbi Villa del Prado	30-Sep-08	56	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
Santa Fé	03-Sep-04	19	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
Pórticos de San Antonio	01-Jun-05	7.5	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
San Antonio del Mar	Año 1997	2.5	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
El Refugio 5tas. Campestre	13-Dic-06	50	Lodos Activados	Secundario	Río Tijuana
Vistas del Valle	16-Ago-06	9	Lodos Activados	Secundario	Río Tijuana
Arturo Herrera	Mar-2009	460	Lodos Activados	Secundario	Río Tijuana
La Cúspide	14-Mar-06	3	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
La Morita	Abr-2010	254	Lodos Activados	Secundario	Río Tijuana
Los Valles	01-Feb-11	15	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
Hacienda Las Flores	Dic-2010	2	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
Puerto Nuevo	Año 2001	2	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
Rosarito Norte	11-Dic-2006	210	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
Vista Marina	20-Jun-08	6	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico
Rosarito I*	Año 1989	60	Lodos Activados	Secundario	Océano Pacifico

NORMATIVIDAD PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los límites máximos permisibles para las descargas de aguas residuales son establecidos por tres Normas Oficiales Mexicanas, dependiendo del cuerpo receptor o del uso que se le pretenda dar al agua residual. La NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles para descargas municipales a cuerpos de agua nacional. La NOM-002- SEMARNAT-1996 establece concentraciones máximas para descargas a los sistemas de alcantarillado y es de particular relevancia para las descargas industriales al sistema de alcantarillado. Por último,

la NOM-003-SEMARNAT-1997 establece la calidad con que deberán contar las aguas residuales para su reuso en el servicio público.

En la tabla siguiente se presentan los parámetros que establece la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Límites máximos permisibles para descargas de aguas residuales en agua y bienes nacionales, NOM-001-SEMARNAT-1996

Parámetros (mg/l, excepto cuando se especifique otro)	Promedio mensual	Promedio diario
Temperatura (°C)	40	40
Grasa y Aceites	15	25
Materia flotante	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	75	150
Nitrógeno total	N.D.	N.D.
Fósforo total	N.D.	N.D.
Arsénico total	0.2	0.4
Cadmio total	0.2	0.4
Cianuro total	2	3
Cobre total	4	6
Cromo total	1	1.5
Mercurio total	0.01	0.02
Níquel total	2	4
Plomo total	0.5	1
Zinc total	10	20
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	2000

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente; Publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha 6 de enero de 1997.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS

Como parte del control para que las plantas cumplan con los parámetros que establecen las normas (NOM-001-SEMARNAT-1996), continuamente se monitorea (2 muestreos al mes) la calidad del agua residual, tanto del afluente como el efluente de cada una de las plantas de tratamiento que se operan. En las tablas 8 y 9 se presenta la información relativa la calidad promedio para el año 2010 del efluente de las plantas de aguas residuales del área de estudio.

Calidad de agua del efluente de las plantas de tratamiento de Tijuana, 2010

Nombre de la Planta	DBO(mg/l)	SST(mg/l)
PITAR[(a)]	135.9	82.3
San Antonio de los Buenos (Punta Bandera)	105.8	124.6
Santa Fe	16.5	28.9
San Antonio del Mar	21.4	23.5
Pórticos de San Antonio	69.5	102.7
Refugio 5tas Campestre	26.5	26.0
Vista del Valle	27.4	32.7
Urbi Villa Del Prado	37.0	45.3
La Cúspide (datos 2009)	23.0	12.3
Arturo Herrera (Monte de Los Olivos)	8.1	5.6
La Morita	14.9	9.8

[(a)] La PITAR es operada por la CILA USA

USO ACTUAL DEL SUELO

El área ocupada del centro de población se distribuye en dos sectores 1 y 2 y se diferencianpor su vocación y uso de suelo, el sector 1 predominantemente de vocación turística se ubicaen el litoral y el sector 2 habitacional y servicios se asienta en los lomeríos adyacentes.

Los Sectores son los espacios que dentro de la zona de estudio presentan factores físicos con características muy definidas que les son constantes y que las diferencian de otras áreas. En tal sentido se ofrecen cuatro sectores, que se definen con las siguientes características:

• Sector 1 litoral occidental: Corresponde al área de corredor en donde se ubica el conjunto de desarrollos que se emplazan a lo largo del litoral entre la ZOFEMAT y el sistema carretero libre y cuota. Está caracterizado por su acceso al mar y por los servicios para el turismo.

• Sector 2 litoral oriental: Es el área longitudinal inmediata a la playa que sigue teniendo como frente el litoral pero que tiene de por medio el sistema carretero, tiene como característica principal un uso de suelo habitacional residencial.

• Sector 3 reservas en el centro de población: Dentro de este sector se ubican ranchos e instalaciones agropecuarias y la reserva de crecimiento urbano.

• Sector 4 resolución casuística: Comprende la superficie del centro de población que se extiende al resto del municipio en el cual existen desarrollos aislados y recursos con

Vocaciones para diferentes usos.

PLANTA SAN ANTONIO DE LOS BUENOS

La planta de San Antonio de los Buenos originalmente fue construida para manejar un gasto de diseño de 750 lps base de lagunas aireadas. En el año 2003 se llevaron a cabo obras de rehabilitación que incrementaron su capacidad de tratamiento a un gasto medio de 1,100 lps, las cuales consistieron principalmente en la adición de aireadores y en la división de las lagunas de sedimentación.

En la actualidad la planta no cumple con los límites máximos de descarga establecidos por la NOM-001-ECOL-1996 ni con su permiso de descarga, como se detalla en la sección 2.2.1. Es por esto que se está elaborando un proyecto ejecutivo para cambiar el proceso de tratamiento de la planta, además de aumentar su capacidad a 1,500 lps.

IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS POTENCIALES PARA LA UBICACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO

A continuación se presentan los factores considerados para la identificación de sitios potenciales para la ubicación de plantas de tratamiento. Para el plan hídrico, se consideraron una serie de criterios de ingeniería y planeación haciendo revisión de documentos en gabinete y visitas al campo a los posibles sitios predeterminados. La ubicación precisa de los terrenos se deberá estudiar en etapas posteriores, tales como la elaboración de los anteproyectos y proyectos ejecutivos, etapas en las que

se definirá entre otros elementos la tecnología específica de tratamiento. La tecnología específica de tratamiento es un elemento crucial en la definición de terrenos para la PTAR, ya que los requerimientos de terreno pueden ser significativamente diferentes dependiendo de los procesos seleccionados. Si bien el plan hídrico ha utilizado lodos activados como la tecnología tipo para efectos de estimación de costos, tareas posteriores al plan podrían recomendar una tecnología de tratamiento diferente.

En fases subsecuentes al plan, con estudios de campo a detalle (geológicos, topográficos, vulnerabilidad sísmica, análisis de la cantidad y calidad de las aguas residuales) la selección del tipo de tratamiento y los costos de adquisición de los terrenos, se podrá tener la ubicación exacta de los predios.

La identificación de sitios potenciales se realizó primeramente en gabinete, tomando en cuenta la disponibilidad de terreno, las características topográficas de la zona de estudio, la planimetría actual, la ubicación de las áreas de aportación actuales y futuras, la magnitud de los caudales de aguas residuales esperados, y la ubicación de la infraestructura de recolección y tratamiento de aguas residuales existente y contemplada como parte del crédito japonés.

Como proceso general, se realizó la investigación general en gabinete inicialmente, seguida por visitas al campo. La revisión en gabinete incluyó la revisión de planes de desarrollo existentes para cada uno de los municipios, con el fin de verificar si en alguno de ellos se mencionan sitios especiales o destinados para este uso a futuro.

MUNICIPIO DE TIJUANA

Se identificaron tres sitios potenciales dentro del municipio de Tijuana para la construcción de plantas de tratamiento requeridas a futuro. La localización de los sitios es la siguiente:

SITIO ARROYO ALAMAR

Este sitio se localiza al Este de la confluencia del río Alamar y río Tijuana, actualmente la zona está considerada con un uso de suelo comercial y de servicios.

MEDIO AMBIENTE

Considerando que las condiciones ambientales con respecto a la oferta natural de agua no han sido disminuidas; sino al contrario, con la importación que se hace del río Colorado, la disponibilidad del agua supera en gran medida los volúmenes que pudiera demandar el medio ambiente en la zona, específicamente en la cuenca del río Tijuana. Por lo tanto, se consideró más que un uso ambiental para el agua residual tratada, una disposición en el medio ambiente para un probable reuso público urbano. En este contexto, se analizaron dos posibilidades para el manejo adicional de los efluentes ofertados: inyección de agua en el acuífero de BC-01 Tijuana y filtración indirecta en el acuífero de Valle de las Palmas.

Resumen de inversión en el rubro de tratamiento y reusó para el periodo de planeación 2011-2030

Tipo de obra	Costo (millones de pesos)
Plantas de tratamiento propuestas	1,092.2
PTAR San Antonio de los Buenos	406.6
Red primaria de reuso propuesta	1,482.3
Obras complementarias de tratamiento y reuso	167.3
Rehabilitaciones y reposiciones	210.4
Total	3,358.8

Como se podrá ver este plan maneja un proyecto integral para lo que es la PTAR San Antonio de los Buenos, el cual se vincula totalmente con el proyecto que estamos proponiendo el presente escrito.

PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO TIJUANA 2020-2021

El Plan Municipal de Desarrollo de Tijuana 2020-2021 (PMD 2020-2021) es el documento rector de la presente administración, es el instrumento de planeación elaborado por la sociedad y el Ayuntamiento, donde se integran de forma transparente las políticas, objetivos, lineamientos y acciones de interés público, para lograr el mejor bienestar y desarrollo; se da la coordinación ciudadana, organizaciones, empresas e instituciones académicas y gobierno.

Esta colaboración dará especial atención a Tijuana a través de **cuatro ejes rectores**: con **Transparencia**, atendiendo los temas de corrupción, combate a la impunidad, siendo un gobierno abierto y claro en la rendición de cuentas; **Seguridad**, que tiene como objetivo una Tijuana segura y una Tijuana en paz; **Bienestar**, para lograr mejor calidad de vida y un desarrollo incluyente; **Desarrollo y Movilidad**, creando las condiciones para incrementar el nivel de competitividad, crecimiento económico y empleo. Asimismo, se estarán atendiendo tres **ejes transversales** incidiendo en todo el quehacer público: **Igualdad de género, no discriminación y la inclusión social; combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; territorio y desarrollo sostenible**.

Este Plan orienta a una administración basada en resultados e integra los conceptos y aplicaciones de la Metodología del Marco Lógico, construyendo un diagnóstico emanado del aporte de la comunidad tijuanense, identificando todos los problemas atendiendo sus causas y sus efectos, facilitando mecanismos de medición, evaluación y retroalimentación, considerando una mejora continua durante el proceso de la gestión y colaboración permanente con la sociedad.

Al contar el Plan Municipal de Desarrollo con los niveles de control, orienta de forma eficiente la inversión de recursos en un conjunto de acciones destinadas a solucionar los problemas prioritarios e impulsa el desarrollo, donde cada acción y/o actividad, conlleva un recurso, producto y resultado, que se ejecutará por una institución de gobierno municipal en un tiempo determinado.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, propone una nueva política de desarrollo y establece doce principios rectores bajo los que se enmarca la gestión pública en México para los próximos 6 años: 1) Honradez y honestidad, 2) No al gobierno rico con pueblo pobre, 3) Nada al margen de la ley; por encima de la ley, nadie, 4) Economía para el bienestar, 5) El mercado no sustituye al Estado, 6) Por el bien de todos, primero los pobres, 7) No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera, 8) No hay paz sin justicia, 9) El respeto al derecho ajeno es la paz, 10) No más migración por hambre y violencia, 11) Democracia significa el poder del pueblo, y 12) Ética, libertad y confianza. Con base en estos principios, se establece como Objetivo General del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Transformar la vida pública del país para lograr un desarrollo incluyente

En congruencia con lo anterior, el Plan Municipal de Desarrollo de Tijuana 2020-2021, propone como objetivo general el siguiente:

Establecer un amplio marco de participación ciudadana y elevar la confianza en el gobierno municipal, para lograr mayores oportunidades y un desarrollo equitativo para la sociedad tijuanense.

De los cuatro ejes rectores que contempla el plan se establecen los objetivos particulares del mismo:

1) Un municipio con un gobierno honesto y transparente, que rinde cuentas en el cumplimiento de sus atribuciones, que trabaja de manera eficaz e inteligente, con pleno respeto y garantía de los derechos humanos.

2) Un municipio seguro y en paz, donde haya certeza y confianza en el sistema de justicia, donde se aseguren las condiciones de bienestar que permitan la convivencia social y la prevención de riesgos y conductas antisociales, mediante la colaboración entre gobierno y sociedad.

3) Un municipio donde la calidad de vida de sus habitantes les permita desarrollarse en plenitud, tener bienestar y justicia social, donde se fortalezca el tejido social y se ofrezcan mejores condiciones de equidad para enriquecer la convivencia comunitaria.

4) Un municipio con una economía pujante e incluyente, responsable con el medio ambiente, en un entorno urbano, ordenado, eficiente y accesible.

La Presidencia municipal encomienda al Instituto Metropolitano de Planeación de Tijuana (IMPLAN), la elaboración del Plan Municipal de Desarrollo de Tijuana 2020-2021, y dicha instancia lleva a cabo todos los pasos necesarios para identificar las problemáticas que mayormente aquejan a la sociedad tijuanense, así como para determinar a los segmentos de población más vulnerables, y de esta manera definir objetivos, estrategias y líneas de acción para alcanzar la visión que la presente administración municipal se ha planteado con la que busca lograr el mejor proyecto de desarrollo económico, social, ambiental, económico y urbano.

Ejes rectores y transversales del Plan

Eje Rector	Componentes
Eje 1 Transparencia	1. Cero Corrupción y combate a la impunidad. 2. Rendición de cuentas. 3. Gobierno Abierto.
Eje 2 Seguridad	1. Tijuana en Paz y Segura.
Eje 3 Bienestar	1. Calidad de Vida. 2. Desarrollo Incluyente.
Eje 4 Desarrollo y Movilidad	1. Crecimiento Económico. 2. Competitividad. 3. Empleo. 4. Entorno urbano, infraestructura y servicios. 5. Medio ambiente y sustentabilidad. 6. Movilidad.

Ejes Transversales

- **Eje 1** Igualdad de género, no discriminación, inclusión.
- **Eje 2** Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública.
- **Eje 3** Territorio y Desarrollo Sostenible.

EJE RECTOR	OBJETIVO INSTITUCIONAL
Eje 1. Transparencia	Un municipio con un gobierno honesto y transparente, que rinde cuentas en el cumplimiento de sus atribuciones, que trabaja de manera eficaz e inteligente, con pleno respeto y garantía de los derechos humanos.
Eje 2. Seguridad	Un municipio seguro y en paz, donde haya certeza y confianza en el sistema de justicia, donde se aseguren las condiciones de bienestar que permitan la convivencia social y la prevención de riesgos y conductas antisociales, mediante la colaboración entre gobierno y sociedad.
Eje 3. Bienestar	Un municipio donde la calidad de vida de la población les permita desarrollarse en plenitud, tener bienestar y felicidad, donde se fortalece el tejido social y se ofrecen mejores condiciones de equidad para enriquecer la convivencia comunitaria.
Eje 4. Desarrollo y movilidad	Un municipio con una economía pujante e incluyente, responsable con el medio ambiente, en un entorno urbano, ordenado, eficiente y accesible.

EJE TRANSVERSAL	OBJETIVO INSTITUCIONAL
Eje 1. Igualdad de género, no discriminación, inclusión	Incorporar políticas públicas que garanticen y fortalezcan la igualdad, la no discriminación de la ciudadanía y la protección de los grupos en situación de vulnerabilidad.
Eje 2. Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública	Consolidar una gestión pública con acciones de gobierno encaminadas al combate a la corrupción, la eficiencia, transparencia y rendición de cuentas que permitan el adecuado manejo de los recursos públicos y la mejora continua del desempeño del gobierno municipal.
Eje 3. Territorio y desarrollo sostenible	Crear políticas públicas basadas en viabilidad económica, financiera, social, ambiental y urbana, que fomenten un desarrollo ordenado, mediante un adecuado aprovechamiento del territorio.

10. EJE RECTOR 4: DESARROLLO Y MOVILIDAD

10.1 Diagnóstico

Tijuana a través del XXIII Ayuntamiento, establecerá las bases necesarias para implementar el desarrollo a través del crecimiento económico, incrementando la competitividad y fomentando el empleo, contemplando acciones que desarrollen una movilidad que cumpla con las demandas ciudadanas; se desarrollarán las acciones necesarias para establecer una movilidad segura y sustentable, fortaleciendo todos los modos de transporte, con un énfasis en el transporte público

y la movilidad alternativa, sin descuidar la estructura vial. Se busca establecer un ordenamiento eficiente del territorio y establecer bases sólidas para el desarrollo urbano y metropolitano, aprovechando la dinámica económica de la región, impulsando el turismo, competitividad y seguridad, modernizando los servicios públicos, el ordenamiento urbano, infraestructura, desarrollo de vivienda digna para la que cumplan con las condiciones adecuadas para el mejoramiento de su calidad de vida.

10.1.10 Medio ambiente

Calidad del agua

De acuerdo con la ONU, el deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.

Una mala calidad de agua generalmente, es el resultado de una mala gestión de aguas residuales. Tijuana genera aguas residuales domiciliarias, de industria, y de comercios y servicios y son fuentes de contaminación de agua los comercios y servicios cuando no cumplen con la NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; es común que en lugares sin servicio de alcantarillado y para comercios no regularizados no la cumplan.

Tijuana sufre de infraestructura de alcantarillado sanitario viejo, lo cual ha ocasionado que parte de esta no funcione de manera óptima causando problemas binacionales de descargas de aguas con calidad fuera de norma en el río y en las playas, especialmente en época de lluvia.

Indicadores de tratamiento de las aguas residuales y su reúso en Tijuana

NOMBRE DEL INDICADOR	VALOR DEL INDICADOR
Porcentaje de agua residual tratada	99.20%
Agua residual tratada per cápita	134.32 lts/hab/día
Porcentaje de agua residual tratada reusada	6.50%
Agua residual tratada reusada per cápita	8.77 lts/hab/día

Fuente: CESPT, septiembre 2019

COFEPRIS, bajo el Programa de Playas Limpias de SEMARNAT realiza monitoreo de la calidad del agua de las playas de Tijuana antes de los periodos vacacionales con el fin de corroborar que cuenten con la calidad necesaria para su uso recreativo; de igual manera, la CESPT tiene un programa de monitoreo donde realiza muestreos en diferentes puntos, cuatro o cinco veces al mes.

Resultados del muestreo de COFEPRIS Nov 2018 Nov 2019

	CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE MAR (NMP ENTEROCOCOS/100 ML)							
Sitio de muestreo	14-28 Nov 2018		25 - 08 Marzo 2019		12 - 21 Junio 2019		26 Nov – 03 Dic 2019	
Playas de Tijuana, Tijuana II	17	APTA	39	APTA	25	APTA	35	APTA
Playas de Tijuana, Tijuana III	16	APTA	27	APTA	30	APTA	38	APTA

Fuente: (SEMARNAT, 2019)

Calidad del agua de Mar en Tijuana (CESPT)

	Promedio Mensual Nov 2018 -Oct 2019												
PARÁMETROS (NMP/ 100 ML DE MUESTRA)	NOV	DIC	ENE	FEB	MZO	ABR	MYO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	PROMEDIO ANUAL
LOCALIDAD	FRACC. PLAYAS DE TIJUANA FRENTE A RAMPA DE ACCESO A PLAYA												
Coliformes Totales	4	1343	1010	1261	199	101	S.D.	14	16	6	120	41	374
Coliformes Fecales	3	1265	1010	776	274	157	S.D.	14	11	<3	28	14	323
Enterococos	<10	592	239	61	29	<10	S.D.	<10	<10	<10	42	<10	92
LOCALIDAD	FRACC. PLAYAS DE TIJUANA EL VIGIA												
Coliformes Totales	15	1535	1036	316	225	548	S.D.	8	53	67	721	26	414
Coliformes Fecales	7	1498	1154	161	85	92	S.D.	8	22	4	213	14	296
Enterococos	<10	216	1895	75	<10	<10	S.D.	<10	<10	46	36	<10	210
LOCALIDAD	PLAYA BLANCA Km. 20 CARR. ESCENICA ENSENADA												
Coliformes Totales	179	1660	1468	2076	727	1591	S.D.	806	1010	1376	631	>=2400	1266
Coliformes Fecales	102	624	1198	1861	695	1116	S.D.	806	460	1050	631	991	867
Enterococos	80	301	662	1595	360	589	S.D.	251	273	895	446	1021	589

Fuente: (CESPT, 2019)

10.2 Objetivo del eje

Un municipio con una economía pujante e incluyente, responsable con el medio ambiente, en un entorno urbano, ordenado, eficiente y accesible.

10.3 Componentes y Objetivos Particulares

Componentes y objetivos particulares Eje 4. Desarrollo y Movilidad

COMPONENTE	OBJETIVOS PARTICULARES
· 4.1 Crecimiento económico	· Impulsar el desarrollo económico con responsabilidad social en el municipio de Tijuana.
· 4.2 Competitividad	· Fortalecer la competitividad económica del municipio. · Fomentar el desarrollo tecnológico.
· 4.3 Empleo	· Fortalecer la competitividad económica del municipio.
· 4.4 Entorno urbano, infraestructura y servicios	· Fortalecer los procesos de planeación y desarrollo urbano del municipio ofertando más y mejores servicios e infraestructuras en un entorno más ordenado y eficiente.
· 4.5 Medio ambiente y sustentabilidad	· Promover un mejor entorno ambiental y un uso responsable de los recursos.
· 4.6 Movilidad	· Fortalecer el Sistema Integral de Movilidad Urbana de Tijuana para hacerlo más eficiente, accesible y equitativo.

Fuente: IMPLAN, 2020

10.4 Estrategias y Líneas de Acción

Eje 4: Desarrollo y movilidad

Componente 5

4.5 Medio ambiente y sustentabilidad

Objetivo

Promover un mejor entorno ambiental y un uso responsable de los recursos.

Estrategia 4.5.1

Cuidado del medio ambiente.

Líneas de acción

4.5.1.1. Gestionar acciones para conservar las playas limpias.

4.5.1.2. Realizar talleres de educación ambiental en escuelas de nivel básico, medio superior y diferentes sectores de la población municipal.

4.5.1.3. Realizar inspecciones ambientales derivadas de denuncias ciudadanas y patrullaje ecológico.

4.5.1.4. Promover en conjunto con la iniciativa privada el uso de energías alternas.

4.5.1.5. Elaborar el plan de arborización para la ciudad.

4.5.1.6. Gestionar el mantenimiento permanente de los cauces del Río Tijuana y Arroyo Alamar.

4.5.1.7. Desarrollar el programa de limpieza de vialidades.

4.5.1.8. Supervisar el cumplimiento del reglamento de limpia, para lograr una mejor calidad de vida.

4.5.1.9. Impulsar la creación de las zonas verdes en áreas con mayor contaminación ambiental.

4.5.1.10. Implementar actividades que integren a la comunidad en el cuidado de la flora y fauna.

4.5.1.11. Promocionar acciones que fomenten una cultura de responsabilidad con el medio ambiente.

11.3 Eje Transversal 3. Territorio y desarrollo sostenible.

Objetivo 1

Crear políticas públicas basadas en viabilidad económica, financiera, social, ambiental y urbana que fomenten un desarrollo ordenado, mediante un adecuado aprovechamiento del territorio.

Líneas de acción

3.1.1. Realizar la elaboración y/o actualización de instrumentos de planeación urbana y homologarlos con la reglamentación de zonificación de usos de suelo.

3.1.2. Notificar y censar las viviendas asentadas en zonas de riesgo.

3.1.3. Implementar el programa de eficiencia energética y acciones sustentables involucrando a la ciudadanía e iniciativa privada.

3.1.4. Elaborar y actualizar planes y programas de desarrollo urbano.

3.1.5. Fortalecer los mecanismos normativos para la regularización urbana del municipio.

3.1.6. Gestionar acciones para detener la degradación de las tierras.

3.1.7. Elaborar el Plan de Infraestructura Verde.

3.1.8. Difundir el Programa de Ordenamiento Ecológico local del municipio de Tijuana.

3.1.9 Implementar la Agenda Ambiental de Ordenamiento del municipio de Tijuana.

Como podemos observar nuestro proyecto se vincula perfectamente con las necesidades y estrategias que tiene el municipio para el bienestar de su población.

Comités de Planeación para el Desarrollo Estatal o Municipal.

Los comités de planeación para el desarrollo de los estados es una figura estatal que se integra para dar seguimiento a los requerimientos de las comunidades desde su perspectiva. Se establece como un foro abierto integrado por las diversas dependencias de gobierno a nivel federal y estatal, así como representación de grupos sociales y de la iniciativa privada; con el fin de realizar propuestas de requerimientos prioritarios en una comunidad. Las actas levantadas se encuentran en custodia de un coordinador de zona estatal; en ellas sólo se asientan las obras

realizadas, la inversión y las obras no realizadas. Al finalizar el año, se hace una evaluación, verificando en actas, las obras atendidas en su momento.

Por su parte los comités de planeación para el desarrollo municipal son una figura de coordinación municipal en la que se integran las instituciones de los Ayuntamientos y de representación social con el fin de dar solución a los requerimientos de demanda social. Este comité se reúne, generalmente, cuatro veces al año con el fin de verificar el requerimiento de servicios y equipamiento en las localidades y municipios; enfocándose en las obras más prioritarias, atendiendo la marginación de las localidades más rezagadas. Las actas levantadas se encuentran en custodia de un coordinador de zona estatal; en ellas sólo se asientan las obras realizadas, la inversión y las obras no realizadas. Al finalizar el año, se hace una evaluación, verificando en actas, las obras atendidas en su momento.

Los principales estados de la República cuentan con esta figura, con el fin de llevar a cabo a la población las obras prioritarias, según sus requerimientos. En la región donde se llevará a cabo el proyecto existen Comités de Planeación para el Desarrollo tanto estatales como municipales.

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN TIJUANA 2010-2030

Como en los anteriores de este también tomaremos los estratos del programa que se vinculen con nuestro proyecto.

Diagnostico

Tijuana en el contexto metropolitano Tijuana forma parte del Sistema Urbano Principal (SUP) que referido al Sistema de Ciudades en el país, está conformado por 118 localidades de más de 50 mil habitantes, de las cuales 37 son zonas metropolitanas que abarcan 252 municipios y 81 son ciudades ubicadas en este mismo número de municipios; se ubica en el Rango 3 dentro de 16 ciudades principales (ver Figura 5. Tijuana en el Sistema Urbano Principal (SUP)). Asimismo

junto con los municipios de Playas de Rosarito y Tecate forman parte de la denominada Zona 2, Zona Metropolitana Tijuana (ZM T), una de las 56 zonas metropolitanas identificadas en el estudio denominado Delimitación de Zonas Metropolitanas de México en 2005, elaborado por la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), y es considerada en el grupo de seis Metrópolis Transfronterizas

Pronostico

Demanda de infraestructura Considerando que es responsabilidad municipal la dotación de servicios de infraestructura básicos, como agua potable, alcantarillado, recolección y almacenamiento de residuos sólidos así como la provisión de alumbrado público, entre otros, la problemática del déficit de infraestructura básica a nivel municipal existente y sus posibles repercusiones sobre la marginación y el desarrollo social de las comunidades, constituyendo esto un asunto de gran interés, implica visualizar la planeación de su demanda sobre todo en las zonas menos desarrolladas. De igual forma es importante señalar que la dotación oportuna de la infraestructura en cierta medida garantiza y contribuye en un crecimiento ordenado, por lo que no solo se debe atender el déficit sino atender cuando sea el caso, la reposición y modernización de la infraestructura existente.

De conformidad con el diagnostico presentado, los sectores 4, 9 y 10 son los que presentan el mayor porcentaje de ocupación, y están en el grupo de los que presentan también mayor cobertura de infraestructura, con el 100%, 98.37% y 97,29%, respectivamente; por su parte los sectores 5, 11 y 14 también presentan cobertura mayor al 90% por lo que deberá consolidarse la infraestructura en estos. Sin embargo debe tenerse en cuenta que esta calificación de cobertura se refiere a que existe la infraestructura en la zona pero esto es distinto a establecer que toda la población dispone de esta, lo anterior en virtud de que existen las redes de servicios pero no todas las viviendas cuentan con la conexión a estas. De forma general se prevé la necesidad de atender primeramente aquellos subsectores en los que no se cuente con ningún servicio, sobre todo el agua potable. De igual forma

atender aquellos subsectores en los que se prevé una densificación y coordinarse a tiempo para la introducción de la infraestructura que se requerirá en la superficie que se designe para la expansión futura.

Demanda futura de agua potable y tratamiento de aguas residuales

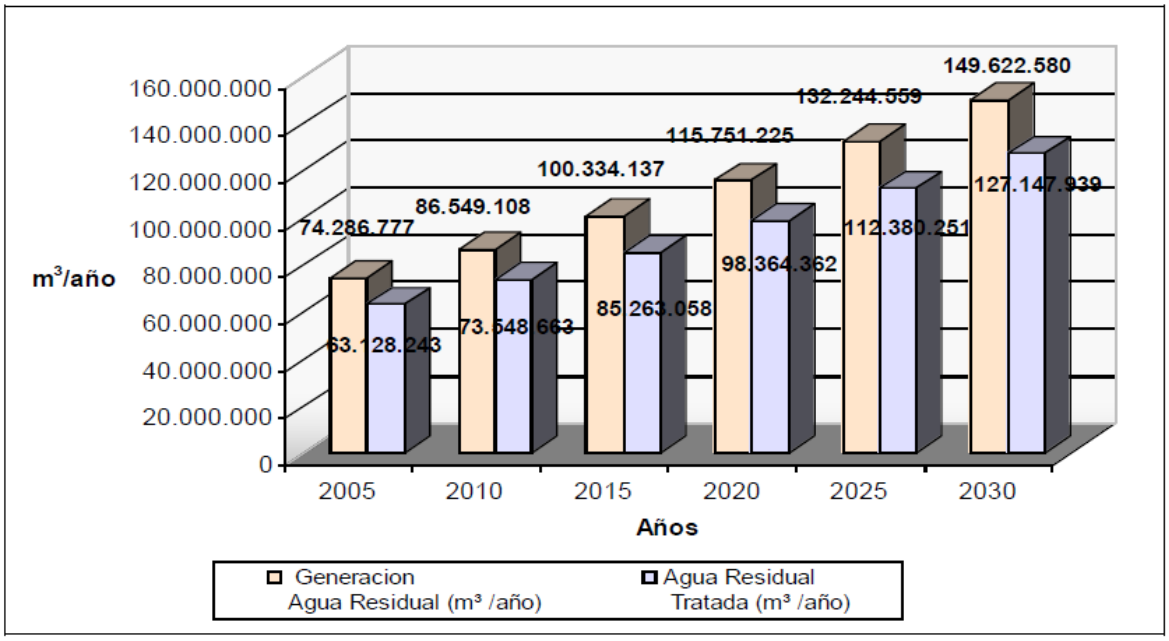
Agua potable

Con base en las normas técnicas para el Proyecto de Sistema de Agua Potable284, la dotación para proyecto de agua para el Estado de Baja California en las áreas urbanas y áreas rurales es de 220 litros por habitante al día (lts/hab/día), sin embargo de conformidad con la Comisión Estatal de Servicios Públicos en Tijuana (CESPT), la dotación promedio de agua potable ha disminuido de 2005 a la fecha, pues en 2005 fue de 181 lts/hab/día, en 2007 fue de 171 l/hab/día y en 2008 fue de 191 lts/hab/día. Debido a lo anterior deberá preverse que para la autorización de nuevas acciones de urbanización, deberá siempre contarse con la opinión técnica de la CESPT respecto al abastecimiento de agua potable, sobre todo teniendo en cuanta las etapas de crecimiento que se establezcan en este programa. Por su parte el consumo de también ha disminuido ya que en 2005 se estimo en 147 lts/hab/día, en 2007 141 lts/hab/día en 2008. De continuar las mismas condiciones se estima que al 2030 el consumo pudiera llegar a 523' 974,612 l/hab/día y una dotación de 627'619, 92 l/hab/día.

Aguas residuales.

De igual forma de acuerdo a la CESPT la generación de aguas residuales observo un incremento en el periodo 2005-2007 pasando de 74'292,772 m³ al año en 2005, es decir 6'191,064.33 m³ al mes a 80'348,000 m³ al año en 2007 lo que equivale a 6’695,666.67 m³ al mes. Para referir algunas consideraciones sobre volumen de aguas residuales que se generarán, se considera el promedio ponderado de consumo residencial de 12 m³ al mes registrado para Tijuana, con el cual es posible estimar el volumen que se generará y en consecuencia prever los requerimientos de infraestructura de tratamiento y reusó. La estimación del volumen de agua

residual generada parte de la consideración de un promedio general que se aplica sobre los incrementos de población hasta el 2030 tal y como se presenta en la Figura 55. El comportamiento observado en la gráfica muestra incrementos significativos en el volumen de generación de aguas residuales, los cuales se contrastan contra el volumen de agua tratada, la eficiencia para el caso del agua tratada es de un 85%. Este comportamiento refleja en buena medida el resultado de la inversión en infraestructura instalada principalmente entre el 2000 y 2003 con apoyo del crédito japonés, sin embargo, a largo plazo se debe pensar como habrá de mantenerse este nivel de eficiencia que permita que ambos aspectos se mantengan en incrementos proporcionales.



Fuente IMPLAN 2008

Algunos de los estudios y programas recientes ofrecen estimaciones sobre el comportamiento de la demanda de servicios en los siguientes seis años, sin embargo, no se ofrecen elementos suficientes para garantizar introducción de nueva infraestructura de saneamiento y mejoramiento ambiental. Considerando lo anterior y el hecho de que la disponibilidad de servicios de agua potable y drenaje sanitario se hará más compleja, debido a la diversificación de actividades

socioeconómicas y a las acciones de organización socio espacial que empiezan a desarrollarse dentro del municipio y alrededor del área metropolitana, se prevé un déficit en el rubro de infraestructura de saneamiento ambiental, lo cual podría traer una disminución en la capacidad de tratamiento si no se asegura un inversión anual para mantener la actual tendencia.

Asimismo, debido a la condición binación del recurso hídrico y a interés en proteger y regenerar este, es probable que se den otras alternativas de aprovechamiento del agua tratada, opciones que podrían incluir la reinyección de agua a mantos para recarga. A la fecha en el seno de Grupo Binacional de Trabajo que coordina la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) se han planteado que podrían contribuir significativamente a mantener la principal fuente de agua en el estado, que es el Río Colorado.

Estratégico

La actualización del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana define el proyecto de centro de población que se impulsará en los próximos años en su dimensión territorial a partir de la visión general de zona metropolitana que se establece en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tijuana (PMDU T 2009-2030), así como el diagnóstico y el pronóstico que se presentaron en los capítulos precedentes. La estrategia general para el Centro de Población de Tijuana se orienta principalmente a tener un control del crecimiento poblacional y espacial ofreciendo alternativas, ordenar la estructura vial, la creación y optimización de equipamiento e infraestructura básica, atendiendo a la legislación vigente y bajo los principios sustentados en el equilibrio urbano y de mejoramiento ambiental. Con base en el diagnóstico realizado y una vez definidos los objetivos, metas y políticas de desarrollo urbano se establecen los lineamientos estratégicos a través de los cuales se pretende cumplir el objetivo de elevar la calidad de vida de la población, para lo cual se plantearán soluciones en función del ordenamiento ecológico, el desarrollo económico, social y el desarrollo urbano.

Objetivos y metas

Objetivos generales para el desarrollo urbano

- Adecuar la distribución de la población y de las actividades económicas, de acuerdo a las condiciones de su territorio
- Propiciar la integración socioeconómica entre las diferentes partes que componen al centro de población
- Distribuir equitativamente las cargas y beneficios del desarrollo urbano
- Distribuir adecuadamente las actividades urbanas para el óptimo funcionamiento del centro de población

Objetivos específicos para el desarrollo urbano

Medio ambiente

Preservar las áreas ambientales con valor ecológico y paisajístico, como los cauces de agua y las zonas de recarga de mantos acuíferos y en general las áreas abiertas que constituyen elementos naturales y culturales importantes.

Infraestructura

Definir una estructura urbana que permita la introducción planeada de las redes de infraestructura y servicios para poder lograr una cobertura total y de mejor calidad.

Como podemos ver este programa se vincula con los alcances de nuestro proyecto donde trataremos de dar una mejor infraestructura tratando de cuidar el medio y la sustentabilidad ambiental.

PLANES O CONVENIOS INTERNACIONALES DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE.

Dentro de los acuerdos interraciales entre EUA y México han existido a lo largo de los años diferentes convenios, tratados y/o programas de para la protección de medio ambiente tanto terrestre como marino, entre ellos tenemos los siguientes:

- Convención entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de Ame rica para la Protección de Aves Migratorias y de Mamíferos Cinegéticos, firmado en Ciudad de México, 07/02/1936.

- Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de Ame rica sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas, firmado en Ciudad de México, 24/07/1980
- Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de America sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza (Convenio de La Paz), firmado en La Paz, Baja California, 14/08/1983
- Acuerdo entre los Gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de Ame rica que Modifica el Acuerdo de Cooperación entre los dos Gobiernos sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas, del 24 de julio de 1980, C.N. Ciudad de México, 06/12/1988 y 20/03/1989

Actualmente tenemos en vigencia el **Programa Frontera 2020**, el cual fue firmado el 8 de agosto de 2012. Y del cual tomamos lo más relevante de este y que se vincula con nuestro proyecto.

PROGRAMA FRONTERA 2020

Como resultado de la colaboración entre los gobiernos federales, estatales y locales de México y Estados Unidos, y de las Tribus de los Estados Unidos, la Misión del Programa Frontera 2020 es: Proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México-Estados Unidos, de manera consistente con los principios del desarrollo sustentable.

Principios Rectores Del Programa Frontera 2020

Los siguientes Principios Rectores se han concebido para apoyar la misión, asegurar que todos los aspectos del Programa Frontera 2020 sean consistentes y dar continuidad a los aspectos exitosos de programas binacionales ambientales anteriores.

1) Reducir los mayores riesgos a la salud pública, y conservar y restaurar el entorno natural.
2) Adoptar un enfoque local para establecer prioridades y tomar decisiones a través de alianzas entre los gobiernos federales, estatales, locales así como con las Tribus Nacionales de los Estados Unidos y las comunidades indígenas de México.
3) ***Atender los impactos ambientales considerables en las comunidades fronterizas.***
4) Mejorar la participación de los interesados y asegurar una representación amplia de los sectores ambiental, de salud pública y otros sectores relevantes.
5) Fomentar la transparencia, la participación pública y el diálogo abierto brindando información oportuna, accesible y precisa.
6) Fortalecer la capacidad de los residentes de las comunidades locales y de otros interesados para que conozcan y gestionen temas ambientales y de salud pública relacionados con el medio ambiente.
7) Promover comunidades sustentables mediante la mejora de los modelos ambientales, sociales y económicos en la región fronteriza.
8) Lograr resultados concretos y medibles, manteniendo al mismo tiempo una visión de largo plazo.
9) Medir los avances del programa a través del desarrollo de indicadores ambientales y de salud pública.
10) Los Estados Unidos de América reconoce que las Tribus indígenas estadounidenses son gobiernos soberanos autónomos, y por lo tanto los temas de equidad que impactan a los Gobiernos Tribales deben atenderse en Estados Unidos en una relación entre gobiernos.
11) México reconoce la deuda histórica que tiene con sus pueblos indígenas; por lo tanto, se considerarán medidas apropiadas para atender sus inquietudes específicas, así como para proteger y preservar su integridad cultural en el marco de los propósitos ambientales de este Programa.

El Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2020 es un esfuerzo binacional con un horizonte de ocho años (2013-2020) diseñado “para proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México-Estados Unidos, consistente con los principios de desarrollo sustentable”, y su implementación se dará en el marco de las normativas y legislaciones vigentes tanto en México como en Estados Unidos. El Programa Frontera 2020 es la más reciente iniciativa de cooperación implementada en el marco del Acuerdo de La Paz de 1983. Tiene su base en previas iniciativas binacionales, particularmente el Programa Frontera 2012, y enfatiza un enfoque local en la toma de decisiones, el establecimiento de prioridades y la implementación de proyectos para atender la problemática ambiental y de salud pública en la región fronteriza. Además de la adopción e incorporación de este enfoque en su estructura.

El Programa Frontera 2020 ha establecido cinco estrategias fundamentales que definen expectativas expresas respecto a la manera en que sus Socios trabajarán a lo largo de la frontera y alcanzarán resultados. El Programa Frontera 2020 ha identificado cinco metas estratégicas de largo plazo para atender los serios retos ambientales y de salud pública relacionados con el medio ambiente en la región fronteriza. Al interior de estas metas se establecieron objetivos que identifican prioridades y actividades que los Socios del Programa implementarán durante su vigencia. Las metas, y sus objetivos, fueron cuidadosamente definidos mediante las aportaciones de los Socios del Programa y socios estratégicos de la región fronteriza, así como tomando en cuenta las problemáticas ambientales pendientes de solución. De igual manera, se desarrollarán Planes de Acción Bianuales que establecerán prioridades e implementaran estrategias que permitirán el cumplimiento de las metas y objetivos del Programa tomando en cuenta los recursos financieros disponibles, las problemáticas emergentes y las necesidades particulares de una comunidad o área geográfica. Las metas estratégicas del Programa Frontera 2020 son:

Meta 1: Reducir la Contaminación del Aire

Meta 2: Mejorar el Acceso a Agua Limpia y Segura

Meta 3: Promover el Manejo Integral de Materiales y Residuos, y Sitios Limpios

Meta 4: Mejorar la Preparación Conjunta de Respuesta Ambiental

Meta 5: Fortalecer el Cumplimiento de la Ley y la Promoción de una Gestión Ambiental Responsable

ANTECEDENTES

Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2012

En el año 2003, se negoció e inició el Programa Frontera 2012 con la activa participación de los diez estados fronterizos, las Comunidades y Pueblos Indígenas mexicanos de la región fronteriza y las Naciones Tribales fronterizas de los Estados Unidos; la SEMARNAT y la EPA, en coordinación con la Secretaría de Salud (SS) de México y el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos (HHS, por sus siglas en inglés).

Con un alcance de diez años, el Programa Frontera 2012 enfatizó un enfoque local y regional, anticipando que la toma de decisiones, el establecimiento de prioridades y la instrumentación de proyectos a nivel local es la mejor manera de atender los problemas ambientales en la región fronteriza. El Programa Frontera 2012 reunió una gran diversidad de actores para generar acciones prioritarias y sostenidas considerando las necesidades ambientales de las diferentes comunidades fronterizas.

El Programa Frontera 2012 incorporó un proceso participativo en el que representantes de la industria, de organizaciones de la sociedad civil, del sector académico, gobiernos locales y estatales, dependencias federales y el público en general tuvieran la oportunidad de aportar sus ideas y recomendaciones. La adopción de este enfoque incluyente permitió que el Programa Frontera 2012 atendiera de manera más eficaz las problemáticas ambientales y de salud en la región fronteriza.

Conforme al Acuerdo de La Paz, el Programa Frontera 2012 planteó seis objetivos estructurales con la finalidad de enfrentar los retos ambientales y de salud ambiental.

Estos objetivos fueron:

Objetivo 1: Reducir la contaminación del agua;
Objetivo 2: Reducir la contaminación del aire;
Objetivo 3: Reducir la contaminación del suelo;
Objetivo 4: Mejorar la salud ambiental;
Objetivo 5: Mejorar la disposición Conjunta de respuesta ambiental7; y
Objetivo 6: Mejorar el desempeño ambiental mediante la aplicación y el cumplimiento de la ley, la prevención de la contaminación y la promoción de la gestión ambiental responsable.

En el marco del Programa Frontera 2012, la calidad del agua y la salud ambiental en la región fronteriza México-Estados Unidos mejoraron de manera importante gracias a la implementación de proyectos de infraestructura que beneficiaron a más de 7 millones de residentes. Estos proyectos permitieron la creación de redes de acceso a agua potable y mejoraron el sistema de tratamiento de aguas residuales.

META 2: MEJORAR EL ACCESO A AGUA LIMPIA Y SEGURA

La región fronteriza México-Estados Unidos tiene cuencas hidrográficas compartidas, con ríos que corren de un país a otro, formando la frontera internacional. La protección y restablecimiento de la calidad del agua en esas cuencas y el suministro de servicios sanitarios básicos y de agua potable requieren de una planeación conjunta, multi-jurisdiccional y binacional. La región fronteriza enfrenta desafíos importantes en las cuencas hidrológicas compartidas que son exacerbados por la alta tasa de crecimiento poblacional y los impactos del cambio climático. La Meta de Agua de Frontera 2020 se basa en los éxitos y las lecciones aprendidas del Programa Frontera 2012. Bajo la Meta Agua, México y Estados Unidos trabajarán en conjunto para tratar los siguientes retos:

• Falta de acceso al agua potable, lo cual representa un riesgo significativo a la salud pública en las comunidades fronterizas.

• Recolección y tratamiento inadecuado de aguas residuales, con la consecuente contaminación de las aguas superficiales y acuíferos y los riesgos para la salud pública y el medio ambiente.

• Manejo inadecuado de las aguas pluviales y contaminadas, lo cual contribuye significativamente a la contaminación del agua y al riesgo de sufrir inundaciones.

• Inadecuado acceso público a datos sobre la calidad del agua, lo cual disminuye la capacidad de la comunidad para determinar si el cuerpo de agua es seguro para actividades recreativas.

• Impacto del cambio climático que afecta los patrones de precipitaciones y la duración de las sequías, incrementando los retos de disponibilidad de agua en una región ya árida, y aumentando la vulnerabilidad de la infraestructura de aguas residuales a los daños por inundaciones.

Objetivo 1: Promover el incremento del número de hogares conectados a sistemas de agua potable y a sistemas adecuados de alcantarillado y saneamiento.

Objetivo 1a: Para el año 2015, promover que al menos 5,000 hogares tengan acceso a servicios de agua potable segura. Revisar la meta cada dos años.

Objetivo 1b: Para el año 2015, promover que al menos 42,000 hogares tengan acceso a servicios adecuados de alcantarillado y saneamiento. Revisar la meta cada dos años.

En conformidad con la meta 7c de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas, la cual reconoce el acceso al agua potable y a los servicios básicos de saneamiento como un derecho fundamental para disfrutar plenamente de los demás derechos humanos, el Programa de Infraestructura de Agua Potable y Saneamiento en la Frontera México – Estados Unidos, el cual se implementa a través del Memorándum de Entendimiento entre la CONAGUA y la EPA relativo al Programa de Inversiones Conjuntas para Proyectos de Infraestructura de Agua Potable y de Saneamiento para las Poblaciones en la Franja Fronteriza entre México

y los Estados Unidos, continúa proporcionando por primera vez los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a comunidades.

Los Objetivos 1a y 1b de esta Meta, están basados en proyectos financiados por el Programa de Infraestructura de Agua Potable y Saneamiento en la Frontera México – Estados Unidos, el cual se implementa a través del Memorándum de Entendimiento entre la CONAGUA y la EPA relativo al Programa de Inversiones Conjuntas para Proyectos de Infraestructura de Agua Potable y de Saneamiento para las Poblaciones en la Franja Fronteriza entre México y los Estados Unidos y se cumplirán a través de los mecanismos existentes.

Los objetivos se basan en la culminación de proyectos que actualmente se encuentran en la fase de desarrollo o en construcción. Una vez cada dos años, conjuntamente la EPA y la CONAGUA, revisarán las metas de conexiones basadas en las fechas estimadas de culminación de los proyectos. En el futuro, podrían ser financiadas plantas de tratamiento de aguas residuales descentralizadas, si se considera que son técnicamente factibles y que son la mejor opción para atender a las necesidades de la comunidad.

Objetivo 2: Ayudar a los prestadores de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región fronteriza en la implementación de prácticas de infraestructura sostenible, con el fin de reducir costos de operación, mejoramiento de la eficiencia energética, uso eficiente del agua y adaptación al cambio climático. Objetivo 2a: Incorporar elementos de infraestructura sostenible, cuando sea factible y apropiado, a los proyectos certificados por la COCEF en el marco del Programa de Infraestructura de Agua Potable y Saneamiento en la Frontera México – Estados Unidos, el cual se implementa a través del Memorándum de Entendimiento (entre EPA y CONAGUA) relativo al Programa de Inversiones Conjuntas para Proyectos de Infraestructura de Agua Potable y de Saneamiento para las Poblaciones en la Franja Fronteriza entre México y los Estados Unidos.

Objetivo 2b: Mejorar la eficiencia energética y el uso eficiente del agua abastecida por los prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado en la región fronteriza.

Objetivo 2c: Fortalecer la capacidad operativa, de gestión y financiera a través de la capacitación de los proveedores de servicios de agua potable y alcantarillado en la región fronteriza.

Proveer agua potable y tratar las aguas residuales adecuadamente requiere una cantidad sustancial de energía, lo que representa un costo importante de operación para los prestadores de servicios. Estos tres Objetivos, promoverán la incorporación de prácticas administrativas efectivas y el concepto de sostenibilidad en la planeación, diseño, operación y mantenimiento de proyectos de infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Ejemplos de estas prácticas/componentes de infraestructura sostenible incluyen, pero no se limitan a: prácticas de conservación de agua, energía solar, cogeneración de energía por digestión anaeróbica, equipos de alta eficiencia como bombas de velocidad variable, reúso de agua residual tratada para reducir la demanda de agua potable o para restaurar ecosistemas, equipos de detección de fugas, sistemas de tarifas diferenciales y materiales de construcción ecológicos.

Objetivo 3: Trabajar binacionalmente para identificar y reducir la contaminación de las aguas superficiales en los cuerpos de agua y cuencas hidrológicas transfronterizas.

Objetivo 3a: Desarrollar un plan binacional de protección de la cuenca hidrológica en el bajo Río Bravo aguas abajo de la Presa Internacional Falcón. Las actividades iniciales pueden incluir la conformación de asociaciones, la caracterización de la cuenca, la definición de metas e identificación de soluciones, determinación de las

cargas residuales y la contribución de cargas residuales de cada país, y el desarrollo de un plan de implementación.

Objetivo 3b: Cada dos años, identificar e implementar por lo menos un proyecto para la reducción de los niveles de metales pesados, sedimentos y/o bacterias que ingresan al Río Santa Cruz y/o a la cuenca hidrológica del arroyo Los Nogales. Ejemplos de proyectos potenciales incluyen control de las fuentes industriales (Pretratamiento), capacitación de inspectores y la construcción de sistemas de regulación y almacenamiento de aguas pluviales.

Objetivo 3c: Cada dos años, identificar e implementar al menos un proyecto para la reducción de niveles de bacterias, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), basuras y/o fosfatos que ingresan al Río Nuevo. Ejemplos de proyectos potenciales incluyen la evaluación y control de vertidos de los rastros, prohibición del uso de detergentes con fosfatos y acciones para la prevención y limpieza de basura.

Objetivo 3d: Cada dos años, identificar e implementar al menos un proyecto para la reducción de niveles de bacterias, sedimentos y/o basura que llegan al Río Tijuana. Ejemplos de proyectos potenciales incluyen la demarcación de los terrenos federales en las planicies aluviales para prevenir los asentamientos irregulares, establecer servidumbres de conservación, uso de mejores prácticas de gestión para el control de sedimentos y programas de prevención y limpieza de basura.

Los cuerpos de agua transfronterizos que no cumplen con las normas de calidad del agua son comunes en la región fronteriza, de acuerdo a la sección 303(d) de la lista de los “cuerpos de agua fuera de norma” de la “U.S. Clean Water Act”. Los problemas relacionados con la calidad del agua no pueden ser solucionados únicamente con el incremento de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales.

Este objetivo se enfocará en contaminantes específicos en cuerpos de agua y cuencas hidrológicas de alta prioridad, reconociendo la importancia de la participación de las comunidades, la prevención de la contaminación, la planeación urbana y el uso de mejores prácticas de gestión para el control de aguas pluviales en ambos lados de la frontera. Los Grupos Regionales de Trabajo, con aporte de los Equipos de Trabajo de Frontera 2020 identificarán medidas a tomar en cada cuenca para resolver los problemas con los contaminantes de mayor preocupación. Los Grupos Regionales de Trabajo pueden también identificar medidas a tomar en otras cuencas transfronterizas no mencionadas específicamente en los objetivos anteriores.

Herramientas del Programa Frontera 2020

El Programa Frontera 2020 fomenta el uso de las siguientes herramientas con el fin de complementar y reforzar las metas y objetivos. Dichas herramientas incluyen, de manera enunciativa, más no limitativa: Técnicas de Prevención de la Contaminación La prevención de la contaminación debe ser un componente clave de todos los programas ambientales temáticos (es decir, aire, agua, residuos sólidos y peligrosos). Las técnicas de prevención de la contaminación pueden incluir:

• Fortalecimiento de Capacidades: Identificación de necesidades de capacitación y apoyo a esfuerzos de capacitación para atender dichas necesidades. Por ejemplo, se podría brindar capacitación a la industria sobre métodos eficientes y rentables para reducir las emisiones derivadas de sus procesos operativos.

• Asistencia Técnica: Proporcionar asistencia técnica in situ para llevar a cabo evaluaciones voluntarias multi-temáticas con el fin de identificar oportunidades rentables para la prevención de la contaminación.

• Gestión Ambiental Responsable: Impulsar el apoyo de proyectos que promuevan una buena gestión ambiental y la responsabilidad social; tales como realizar y fomentar capacitación en Sistemas de Manejo Ambiental (SMA) para la industria, el gobierno y otros.

Gestión Sustentable de Recursos Hídricos Dada la importancia del agua en la región fronteriza, los recursos hídricos deben administrarse de manera sustentable. Algunas herramientas disponibles para promover este enfoque incluyen: publicación e instrumentación de decretos para vedar, reglamentar y reservar agua con la participación social a través de los Consejos de Cuenca y órganos auxiliares; estudios de disponibilidad de aguas subterráneas; mejora de la medición de flujos superficiales; erradicación de especies invasoras y medidas para mejorar la eficiencia.

En muchos casos, para la promoción de este enfoque será necesaria la coordinación entre organizaciones con atribuciones complementarias. Por ejemplo, la calidad de aguas nacionales es competencia de las respectivas autoridades ambientales nacionales, la SEMARNAT, a través de la CONAGUA, y la EPA, mientras que la regulación sobre la cantidad de agua (es decir, desarrollo de fuentes y asignación de suministros) en México está a cargo de la CONAGUA y en Estados Unidos está a cargo de las entidades estatales. En Estados Unidos, el desarrollo de nuevas fuentes es competencia del Departamento del Interior y el suministro se encuentra determinado por el marco jurídico de cada estado. En México, el desarrollo de fuentes y el suministro están a cargo de la CONAGUA.

También se deberán tomar en cuenta los objetivos estipulados en las Meta 4: Mejorar la Preparación Conjunta de Respuesta Ambiental y Meta 5: Fortalecer el Cumplimiento de la Ley y la Promoción de una Gestión Ambiental Responsable.
Como se puede observar nuestro proyecto se adapta perfectamente al Programa Frontera 2020, el cumplirá con toda la normatividad tanto Nacional como los estatus generados por la ONU y los emitidos por la EPA.

Normas Oficiales mexicanas.

Son ordenamientos jurídicos de cumplimiento obligatorio que establecen ya sea condiciones de trabajo o límites máximos permisibles de contaminantes que se

pueden generar en diferentes tipos de obras o actividades. Algunas normas importantes para efecto de este proyecto se listan a continuación.

NORMA	VINCULACION
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-CONAGUA-2011, SISTEMAS DE AGUA POTABLE, TOMA DOMICILIARIA Y ALCANTARILLADO SANITARIO-HERMETICIDAD-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO: DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO, YA DE DEBERÁN DE LLEVAR ACABO LA IMPLEMENTACIÓN DE DICHO METODOS PARA UN OBTIMO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEMARNAT-2002, PROTECCIÓN AMBIENTAL.-LODOS Y BIOSÓLIDOS.-ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL.	SE VINCULA CON EL PROYECTO EN SU FASE DE OPERACIÓN CUANDO SE GENERAN LOS LODOS DEL PROCESO.
NOM-041-SEMARNAT-2006, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE.	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO: DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SE UTILIZARAN VEHÍCULOS PARA TRANSPORTAR EL MATERIAL NECESARIO, POR LO TANTO, TODOS ELLOS DEBERÁN OPERAR POR DEBAJO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-043-SEMARNAT-1993 QUE ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN A LA ATMÓSFERA DE PARTÍCULAS SÓLIDAS PROVENIENTES DE FUENTES FIJAS.	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO: DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SE UTILIZARAN VEHÍCULOS PARA TRANSPORTAR EL MATERIAL NECESARIO, POR LO TANTO, TODOS ELLOS DEBERÁN OPERAR POR DEBAJO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES.
NOM-045-SEMARNAT-2006, PROTECCIÓN AMBIENTAL.- VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIÉSEL COMO COMBUSTIBLE.- LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN.	VINCULACIÓN PROYECTO: TODO VEHÍCULO DE DIÉSEL UTILIZADO DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y PREPARACIÓN DEL PROYECTO, DEBE ESTAR EN ÓPTIMAS CONDICIONES, PARA CUMPLIR CON LOS PARÁMETROS DE LA NORMA.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.	VINCULACIÓN: SE ANALIZARAN LAS CONDICIONES BIÓTICAS DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y EL ÁREA DE INFLUENCIA, PARA ASÍ PODER DETERMINAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O PREVENCIÓN EN CASO DE REQUERIRSE.
NOM-059-SEMARNAT-2002, PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO	VINCULACIÓN: SE ANALIZARAN LAS CONDICIONES BIÓTICAS DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y EL ÁREA DE

DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.	INFLUENCIA, PARA ASÍ PODER DETERMINAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O PREVENCIÓN EN CASO DE REQUERIRSE.
NOM-080-SEMARNAT-1994, QUE 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.	VINCULACIÓN CON PROYECTO: TODO VEHÍCULO YA SEA DE GASOLINA O DIÉSEL QUE SE UTILICE DEBERÁ ESTAR AJUSTADO PARA MANTENER EL NIVEL SONORO DE LOS VEHÍCULOS POR DEBAJO DE LOS LÍMITES PERMISIBLES DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO, PARA DAR CUMPLIMIENTO A LA NORMA.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN.	VINCULACIÓN CON PROYECTO: TODO VEHÍCULO YA SEA DE GASOLINA O DIÉSEL QUE SE UTILICE DEBERÁ ESTAR AJUSTADO PARA MANTENER EL NIVEL SONORO DE LOS VEHÍCULOS POR DEBAJO DE LOS LÍMITES PERMISIBLES DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO, PARA DAR CUMPLIMIENTO A LA NORMA.

Medidas de seguridad.

En cuanto al personal que labore en la obra, la empresa constructora deberá de proveer los sistemas, programas de operación y mantenimiento, cursos de

capacitación y equipos personales necesarios para que desempeñen su labor conforme a las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad e Higiene de la Secretaria del Trabajo y Prevención Social. Tal previsión se encontrará dentro de las condicionantes del contrato de obra signado.

Dichas Normas son las siguientes:

- NOM-001-STPS-2008. Edificio, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad - Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-006-STPS-2000. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para la estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo.
- NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo en donde se genere ruido.
- NOM-017-STPS-2008. Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2008. Electricidad estática en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-024-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo en donde se generen vibraciones.
- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008. Condiciones y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTALY SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMATICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

IV.1. Delimitación del área de estudio.

La descripción del área de estudio puede extenderse mucho más allá de los límites del proyecto, por lo que se ha desarrollado una metodología basada en el análisis de las relaciones, interacciones e interdependencias que determinan la complejidad de los sistemas naturales, sociales y económicos a lo largo del trazo propuesto (figura 9). para la delimitación del área de estudio se consideró el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), Programa De Ordenamiento Ecológico Del Estado De Baja California, Programa Regional De Desarrollo Urbano, Turístico Y Ecológico Del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada, Estudio Previo Justificativo Para El Establecimiento De Área Natural Protegida Reserva De La Biosfera Islas Del Pacifico De Baja California, así como el estudio Oceanográfico elaborado por PYMAS donde se presenta el comportamiento hidrodinámico; batimetría, pluma de dispersión etc.; también se tomaron en cuenta barreras físicas como lo son las vías de comunicación que pasan por la zona de estudio, y barreras geográficas (límites municipales, estatales, nacionales e internacionales, elevaciones y depresiones), ecosistemas costeros presentes y regiones marinas prioritarias que dando delimitado el Sistema Ambiental de la siguiente manera.

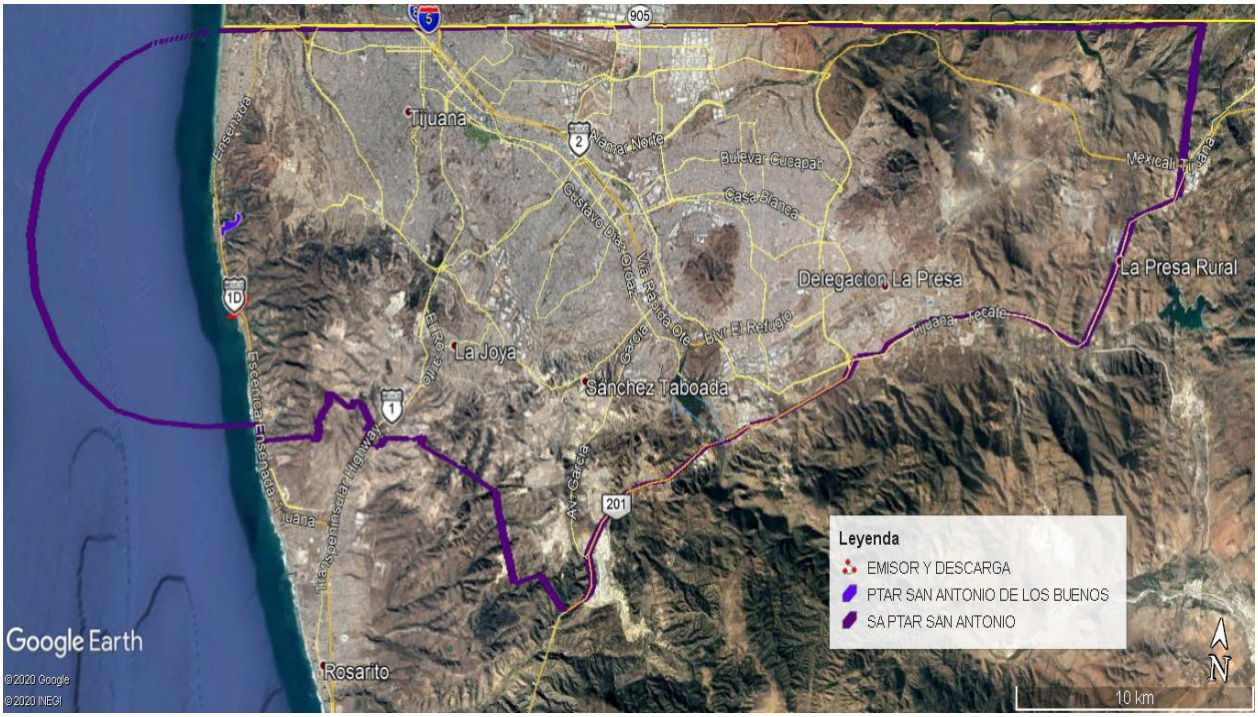


Figura 9.- En la presente imagen se muestra el Sistema Ambiental y un área de 640 km^2.

Así mismo se delimito el área de influencia del proyecto de la misma manera quedando como se muestra a continuación:

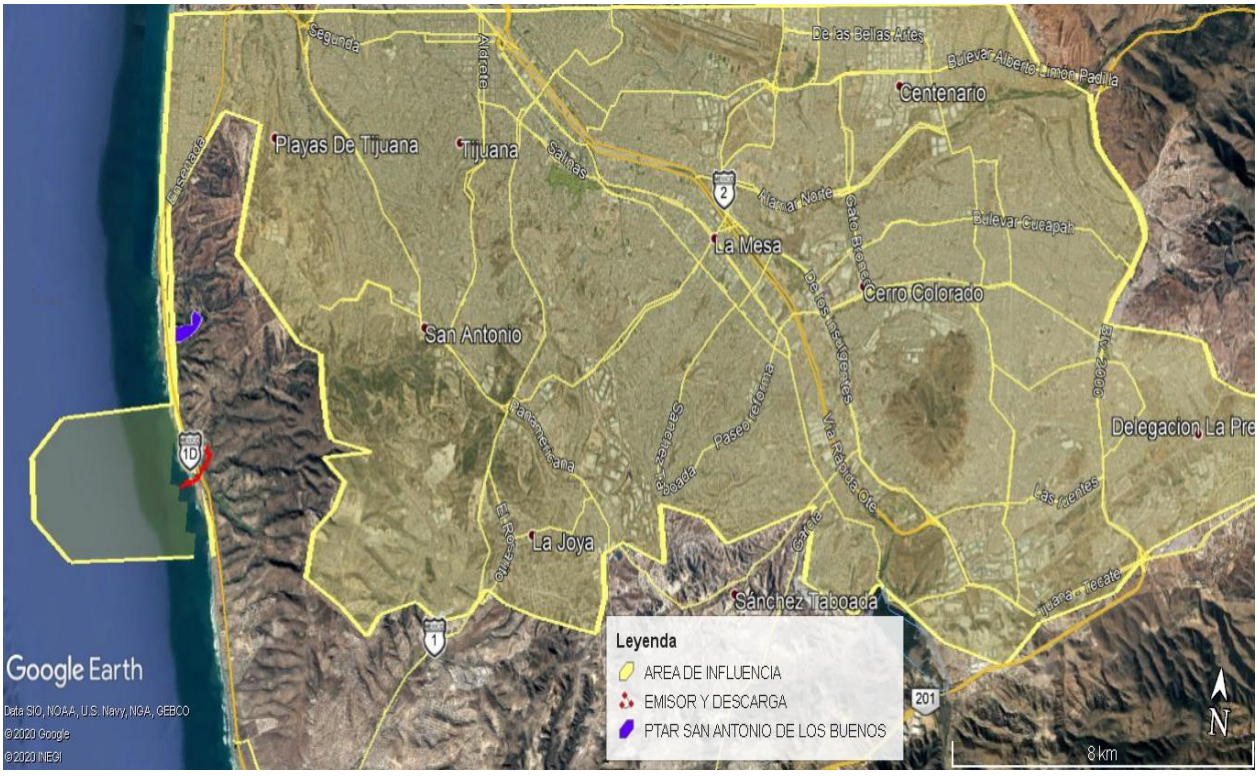


Figura 10.- Área de influencia del proyecto con un área de 244 km^2.

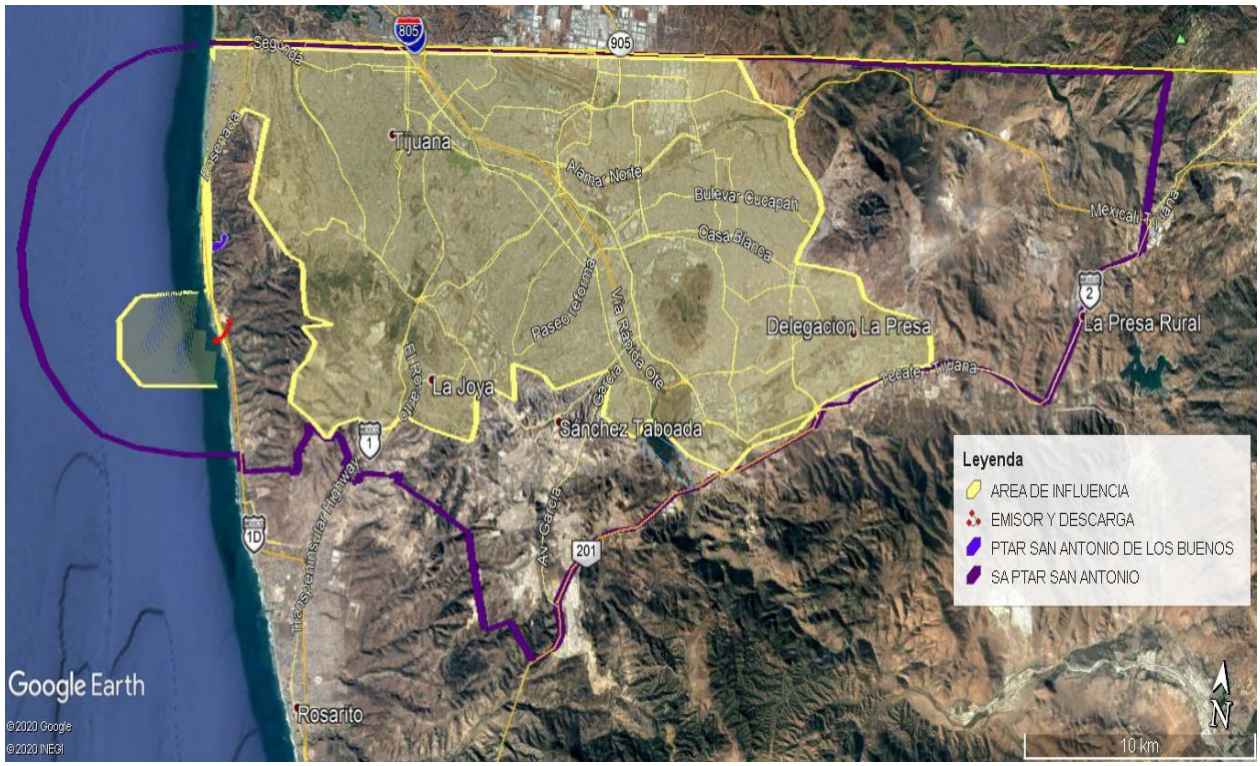


Figura 11.- SA, Área de influencia, emisor, PTAR, ANP y ZOFEMATAC.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.

Una vez delimitado el SA se describen cada uno de los medios abióticos y bióticos que se encuentran dentro de sistema.

IV.2.1 Medio físico.

IV.2.1.1 Clima.

Tipo de Clima.- Vientos dominantes-dirección y velocidad.

Una de las pertinencias de analizar el clima de una región es que permite establecer una correlación de las diferentes caracterizaciones climáticas con los diversos aspectos de la actividad humana, pues lleva un papel muy importante en la economía del hombre, al determinar sus condiciones socio-económicas y culturales (ver anexo 3).

La clasificación oficial que se asigna al clima de Tijuana es la basada en Enriqueta García la cual determina un clima predominante árido, templado y seco (también

llamado mediterráneo templado BSks) el cual presenta veranos cálidos y secos, y lluvias en invierno; esta clasificación adoptada por el INEGI, se hizo a partir de la propuesta por Köppen, y modificada por Enriqueta García (1973). En verano también se presentan fuertes vientos, conocidos como vientos de Santana que pueden ser calientes y secos, o fríos y secos en invierno, son vientos muy fuertes, y provienen de la Sierra Madre, los cuales bajo condiciones climáticas adversas pueden superar los 140 km/h. Durante el invierno las temperaturas medias mínimas son del orden de los 6ºC y precipitación media anual de 230 mm lo que ubica a la región dentro de la definición de templada de acuerdo con INEGI. Las variaciones más significativas a estas condiciones ocurren principalmente por efecto de la ocurrencia de dos fenómenos principales: El Niño y la Niña.

Este tipo de clima (BSks), también se puede entender como Clima Estepario que corresponde a templados con veranos cálidos, con un régimen de lluvia de invierno, lo que implica cuando el mes más húmedo del período noviembre-marzo recibe por lo menos tres veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año.

En términos generales que en el Municipio de Tijuana la temperatura media anual oscila entre 21ºC y 26ºC, la media del mes más cálido alcanza una temperatura de 28º C y la del mes más frio varía entre -3º y 18º C. Las precipitaciones anuales varían entre 100 y 300 mm. A nivel estatal se encontró que el Índice Termopluviométrico (P/T) es menor a 22.9.

Estación Meteorológica	**Latitud**	**Longitud**	**Altura (m.s.n.m.)**
Tijuana	32°31'30"	117°02'30"	20.0
Presa Rodríguez	32°26'49"	116°54'28"	120
El Florido	32°28'20"	116°49'16"	250
Valle de las Palmas	32°22'13"	116°39'13"	280
El Carrizo II	32°29'26"	116°41'02"	300

Temperatura

Dado el tipo de clima del municipio de Tijuana (tipo Seco Templado), se tiene un régimen de temperatura que oscila entre los 17°C a 23.9°C de promedio anual.

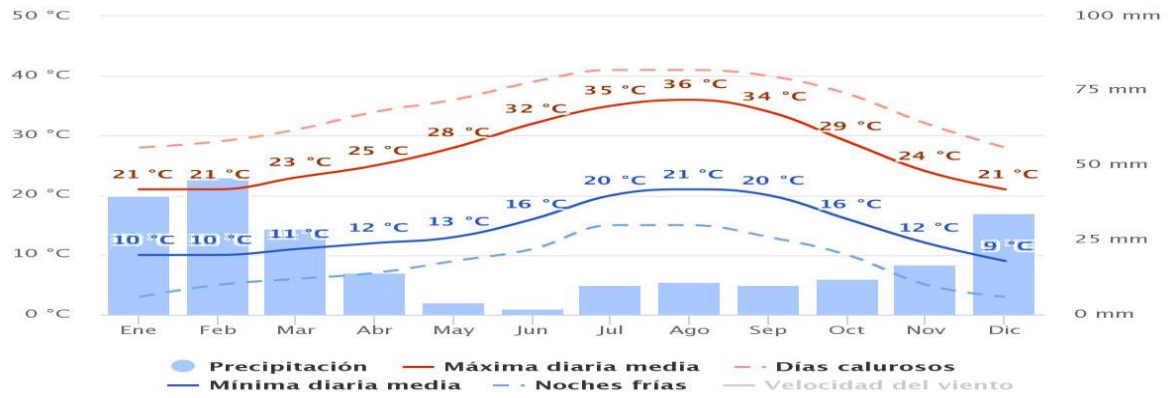
Tijuana se encuentra entre las isotermas de los 16°C a 20 °C, como se aprecia en el mapa de Climas, registrándose los meses con mayor temperatura de mayo a septiembre entre los meses de primavera y verano, empezando a descender durante el otoño.

Precipitación

La precipitación media anual que se presenta en el municipio de Tijuana oscila entre los 100 a los 300 mm, presentando un régimen de lluvia corresponde al invierno, entre los meses de noviembre-marzo recibe por lo menos tres veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año.

Es importante señalar que la precipitación por mes es mínima en el verano, presentando en el invierno un incremento en la precipitación que prevalece hasta los meses de Enero y Febrero. La estación que reporta una mayor precipitación es la de la Presa Abelardo-Rodríguez con un promedio anual de 237 mm anuales en el periodo de1951 a 2010, siguiendo en el orden de mayor a menor presencia de dicho fenómeno meteorológico sigue la estación Tijuana con 230.9 mm, El Carrizo II con 244 mm, Valle de las Palmas con 211.19 y El Florido con 209.2 mm de promedio anual respectivamente en el mismo periodo

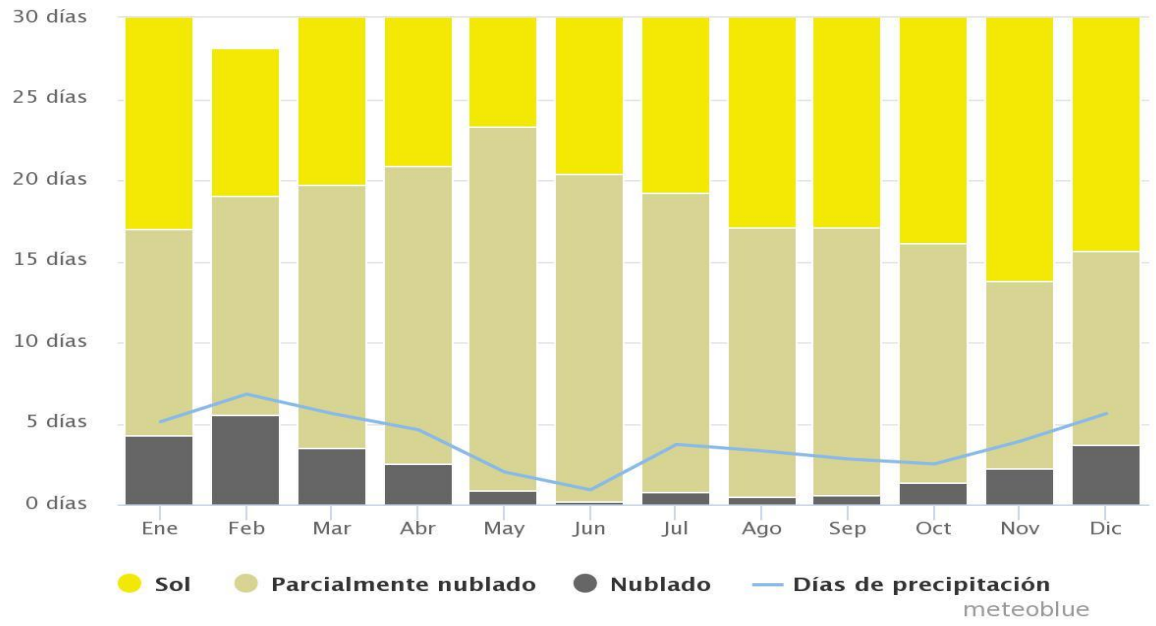
Temperaturas medias y precipitaciones



La "máxima diaria media" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes de Tijuana. Del mismo modo, "mínimo diaria media" (línea azul continua) muestra la media de la temperatura mínima. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años. Para la planificación de las vacaciones, usted puede esperar temperaturas medias, y estar preparado para días más cálidos y más fríos. Las velocidades del viento no se visualizan normalmente.

El gráfico de la precipitación es útil para la planificación de los efectos estacionales, Precipitaciones mensuales por encima de 150 milímetros son en su mayoría húmedas, por debajo de 30 milímetros en la mayor parte secadas. Nota: Las cantidades de precipitación simulada en las regiones tropicales y terrenos complejos tienden a ser más pequeñas que las mediciones locales.

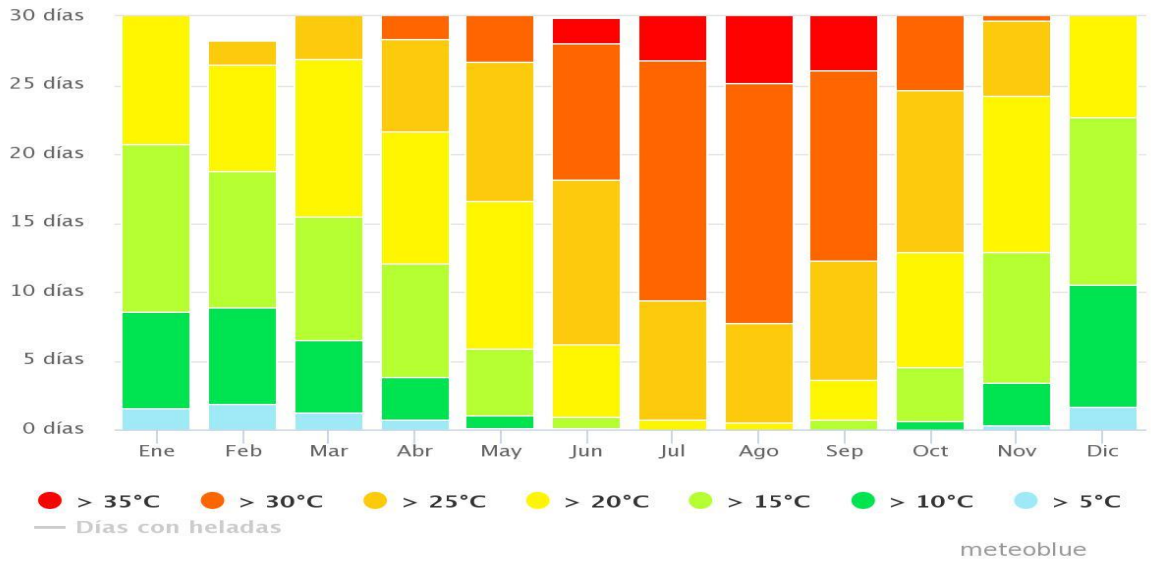
Cielo nublado, sol y días de precipitación



El gráfico muestra el número mensual de los días de sol, en parte nublados, nublados y precipitaciones. Los días con menos de 20% de cubierta de nubes se

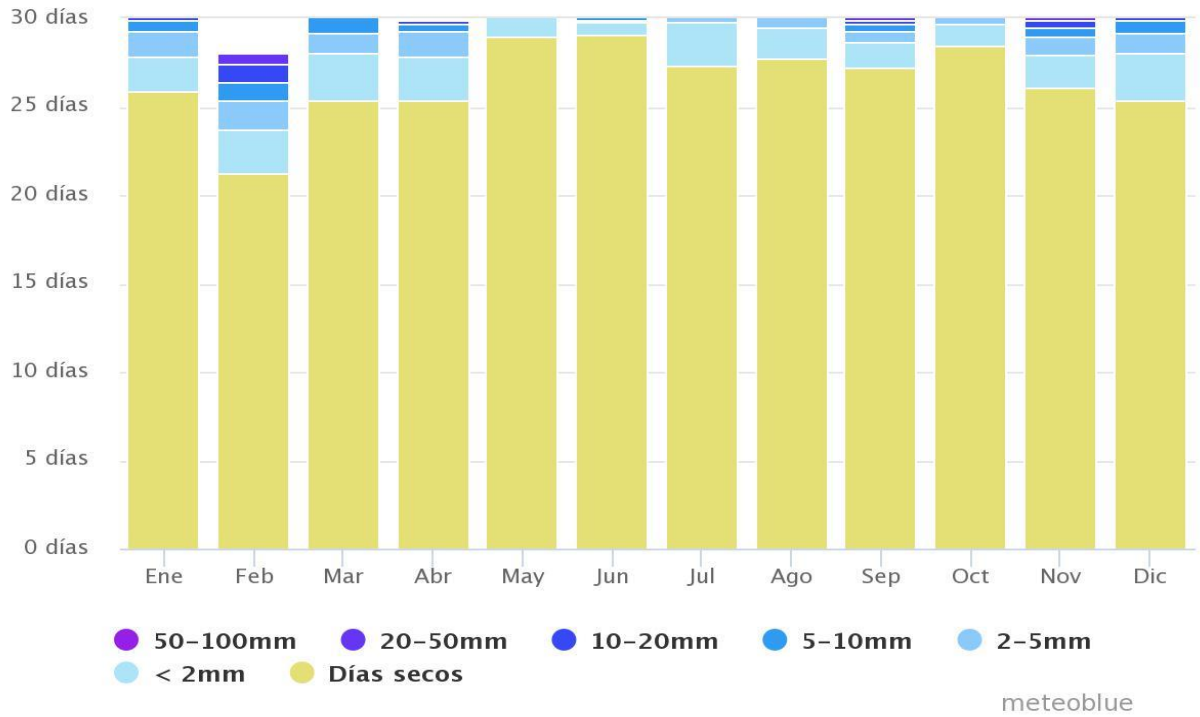
consideran como días soleados, con 20-80% de cubierta de nubes como parcialmente nublados y más del 80% como nublado.

Temperaturas máximas



El diagrama de la temperatura máxima en Tijuana muestra cuántos días al mes llegan a ciertas temperaturas.

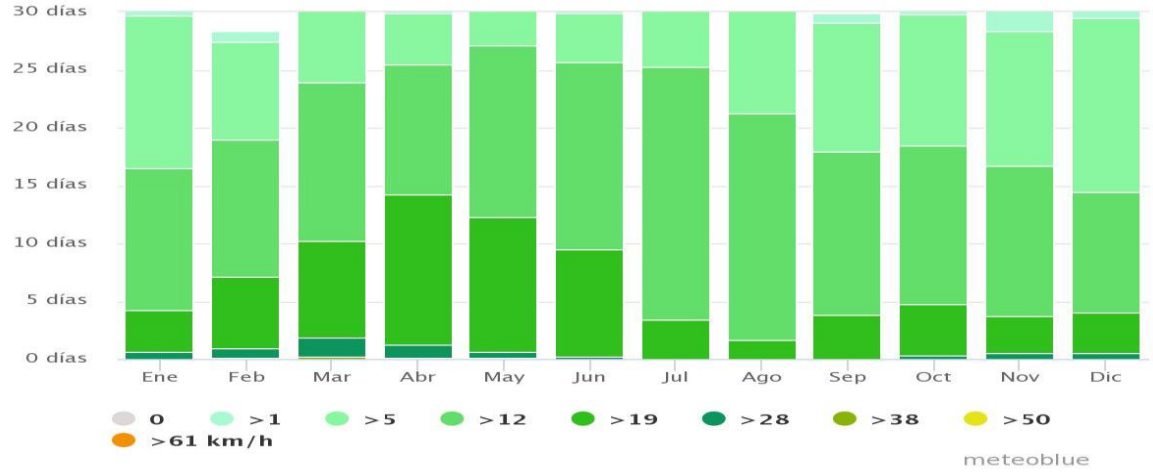
Cantidad de precipitación



Vientos

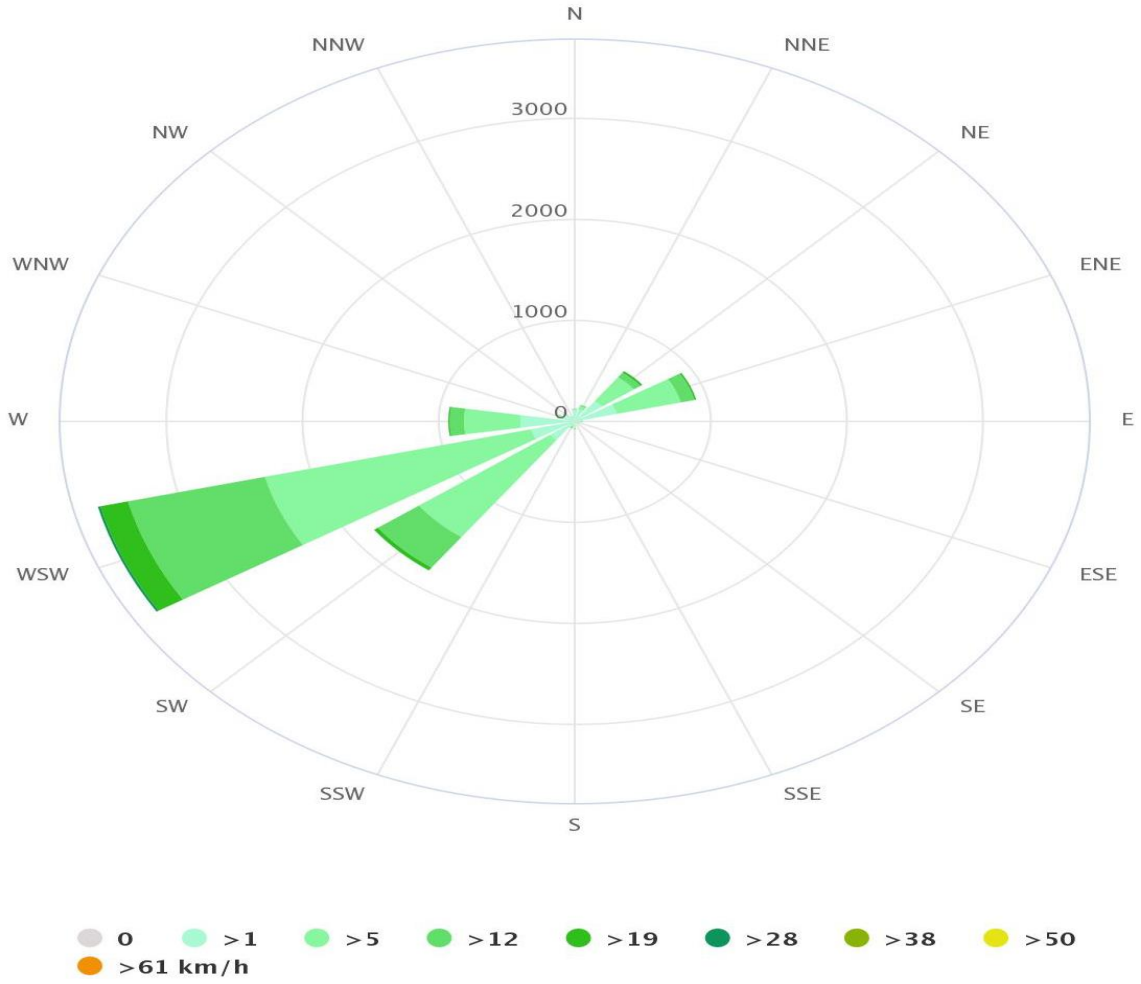
Los vientos dominantes son de dirección Noroeste y Sureste, con una velocidad media de 10 Km/hr, situación que se mantiene casi constante a lo largo del año. Se presentan vientos dominantes que van de tierra a mar que son cálidos y secos, y que se mueven a través de las montañas. Estos patrones son interrumpidos cuando soplan los vientos de “Santa Ana”. Este fenómeno se caracteriza por vientos fuertes, secos y calientes, provenientes del noreste, pasando por las montañas con dirección al mar, lo que ocasiona movimientos de masas de aire de tierra. Tal condición puede ocurrir durante un periodo que suele variar de algunos días hasta algunas semanas al año.

Velocidad del viento



El diagrama de Tijuana muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad.

Rosa de los vientos



La Rosa de los Vientos para Tijuana muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE).

Balance hídrico evaporación y evapotranspiración.

Neblina

La región presenta muy baja intensidad de niebla; con registros de 18.4 días anuales en la estación Tijuana.

Nubosidad

Con respecto a la nubosidad, se observa la presencia de cielo nublado en 117.37 días del año, de los cuales 59.86 se consideran como días medio nublados, mientras que en promedio 57.51 días al año encontramos el cielo nublado cerrado. Los cielos despejados se presentan en promedio durante 247.0 días al año.

Evaporación

La tasa de evaporación anual es muy alta. El promedio reportado en Chula Vista, California, durante el periodo 1919-1981 es de 161 cm., (64 pulgadas) por año, con la máxima ocurrencia en julio, un promedio de 19 cm., (7.6 pulgadas) por mes. El promedio mensual de evaporación mínimo sucede en diciembre, con 7 cm., (2.8 pulgadas). Estos patrones son interrumpidos cuando soplan los vientos de “Santa Ana”.

Frecuencia de heladas.

Son más representativas en los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero Marzo y Abril.

Granizadas

Las granizadas son inapreciables en la mayoría del municipio el rango varía de 0 a 1 granizadas al año.

Radiación e incidencia solar (Tijuana)

Asolamiento

Los meses con mayor número de días despejados son julio, agosto, septiembre y octubre, En promedio anualmente se registran de 151 días con sol, 124 días parcialmente nublados y 90 días nublados con alba al ocaso.

IV.2.1.2 Aire.

Calidad atmosférica de la región.

Se cuenta con los datos generados Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009). Y como en todo los estado de la republica la calidad del aire s muy deficiente más en las cabeceras Estatales.

Superficie	1243 km² (INEGI, 2011c)	Índice de motorización	440 vehículos por cada mil habitantes
Altitud	20 msnm (CEBC, 2010a)		
Población en 2010	1.6 millones de habitantes (INEGI, 2011b)	Actividad económica dominante	La industria maquiladora es la más relevante, seguida de la industria de alimentos y bebidas, la industria de la construcción, y la fabricación de productos metálicos y no metálicos (CEBC, 2010b)
Flota vehicular en 2009	686 mil vehículos (INEGI, 2010a)		

Inventario de emisiones de Tijuana (2005)

IV.2.1.3 Fisiografía, Geología y geomorfología.

Fisiografía del área del trazo.

El área de estudio queda inscrita en la provincia:

Provincia	Península de Baja California (100%)
Subprovincia	Sierras de Baja California Norte (100%)

Sistema de topoformas	Sierra baja (35.85%), Meseta compleja (25.90%), Lomerío escarpado con bajada (9.39%), Meseta disectada con lomerío (8.93%), Lomerío tendido (7.42%), Llanura aluvial costera salina (6.38%), Valle intermontano cerrado (4.34%), Valle intermontano abierto con lomerío (0.74%), Lomerío escarpado (0.66%), Valle intermontano abierto (0.38%).

PROVINCIA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

Esta provincia abarca una pequeña extensión en territorio estadounidense, más de 80% del estado de Baja California y la totalidad del estado de Baja California Sur. En la República Mexicana la península está ubicada en el noroeste y ocupa desde el norte del paralelo 32° hasta el sur del 23° N; en esta última localización se halla la región de San José del Cabo, que llega al sur del Trópico de Cáncer. Se estima que de un extremo al otro de la península hay 1 330 kilómetros; en ella el rumbo es noroeste-sureste. El eje geológico estructural que da la forma alargada y angosta a la provincia es su Cordillera Peninsular, ésta tiene la misma orientación que la provincia y el núcleo granítico masivo (batolito) que la constituye aflora en el norte y queda sepultado hacia el sur. Tal eje tiene forma de un bloque de falla alargado y basculado hacia el suroeste, por lo que presenta un flanco abrupto hacia el Golfo de California y otro tendido y de mayor suavidad hacia el Océano Pacífico.

La Cordillera Peninsular remata en su extremo meridional en el bloque del Cabo, donde vuelven a quedar expuestas las rocas graníticas. Las distancias máximas y mínimas que presenta la Península entre sus dos costas son las siguientes: 220 kilómetros desde Punta Eugenia hasta Bahía San Carlos; y 40 km de Arroyo Seco a Bahía de La Paz, ambas en Baja California Sur. Los únicos límites continentales de la provincia son: la separación internacional con la California estadounidense y, en su extremo noreste, la provincia fisiográfica Llanura Sonorense. El resto lo constituyen más de 3 000 kilómetros de costa sobre el Océano Pacífico y el Golfo de California. Las cumbres más elevadas de la Cordillera Peninsular se encuentran en las sierras del norte del estado de Baja California, donde alcanzan desde 2 000

hasta alrededor de 3 000 msnm, tal es el caso de la sierra San Pedro Mártir cuya máxima elevación es de 3 100 m. La mitad sur de la cordillera corresponde a la Sierra de la Giganta, ésta tiene sus cumbres más altas en el norte, pero la mayor parte de ellas no llegan a los 1 000 msnm, altitud que es superada en la región del Cabo. La península posee una plataforma continental -zona del piso oceánico adyacente al continente que se extiende desde la línea de baja mar hasta donde la pendiente tiene un incremento notorio y se forma el talud continental- que se encuentra hacia el oeste bajo las aguas del Océano Pacífico. La plataforma bajacaliforniana se amplía de manera considerable desde la punta San Antonio, Baja California, hasta los alrededores de Bahía Magdalena, Baja California Sur.

El origen de esta provincia como península es singular. De acuerdo con la moderna interpretación geológica de la tectónica de placas, es una zona de expansión de la corteza oceánica, que recorre en forma longitudinal el fondo del Golfo de California. Al emerger nuevo material oceánico por esa zona, las placas se deslizan en sentido contrario, de manera que amplían constantemente la anchura del golfo y alejan a la península del continente. Dentro del estado de Baja California, en territorio perteneciente a esta provincia, se tienen áreas que corresponden a la totalidad de la Subprovincia Sierras de Baja California Norte, y a partes de la discontinuidad fisiográfica Desierto de San Sebastián Vizcaíno y de la Subprovincia Sierra de la Giganta.

Subprovincia Sierras de Baja California Norte

Esta Subprovincia es la de mayor extensión (78.90%) en la entidad, ocupa las porciones norte, oeste, centro y este; posee una orientación general noroeste-sureste y limita al norte con los Estados Unidos de América, al este con la provincia Llanura Sonorense y el Golfo de California, al poniente con el Océano Pacífico y al sur con la discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno y la Subprovincia Sierra de La Giganta. Es parte de la Cordillera Peninsular bajacaliforniana y está constituida en su mayoría por las rocas de un gran cuerpo ígneo intrusivo batolítico. De norte a sur, a partir de la frontera con los Estados Unidos de América, sus

primeras unidades orográficas son las sierras Juárez y San Pedro Mártir, separadas entre sí por una barranca angosta que marca la línea de falla Agua Blanca, la cual tiene un rumbo oestenoroeste-estesureste e inicia unos kilómetros al sur de Ensenada.

Esas sierras, conforme a su morfología de bloque fallado y basculado, presentan un flanco abrupto sobre su costado oriental, en tanto que hacia el occidente se tiende con mayor suavidad. Sus cimas han sido descritas como "de mesa corrugada" de relieve poco o moderadamente pronunciado, y con cuestas marginales que se levantan de 150 a 300 m sobre el elevado piso. La cuesta occidental muestra un bajo grado de disección y su cresta es uniforme; mientras que la oriental es algo dentada y presenta profundos cañones, como el de El Diablo. En las cumbres de la sierra San Pedro Mártir, cuyas altitudes disminuyen en forma gradual hacia el sur, hay cuestas menores, valles pequeños y algunas llanuras intermontanas también pequeñas.

En el noreste, desde las sierras Las Tinajas, San Felipe y Santa Isabel y hacia el sur, de manera dispersa en la cadena de sierras hasta la de La Asamblea y la isla Ángel de la Guarda (también integrante de la Cordillera Peninsular), se observan rocas volcánicas. Éstas son más jóvenes que las batolíticas que sepultan, y a menudo dan morfología de meseta a diversas áreas, a veces muy amplias como la de la sierra Santa Isabel y la que se extiende desde la cercanía a Santa Inés hasta la proximidad de Chapala. En la zona costera del Océano Pacífico, en torno a la bahía Rosario y hacia el norte, se encuentran algunas de las rocas sedimentarias de la Subprovincia; éstas integran las terrazas marinas características de las costas del Pacífico en la península, y atestiguan levantamientos tectónicos recientes.

El territorio de la Subprovincia, con base en las formas generales de su relieve, presenta: sierras, mesetas y lomeríos, que son los que abarcan mayor superficie; llanuras, valles y bajadas, en menor extensión; y campos de dunas y barras, en proporción muy baja. Éstas a su vez están divididas y constituyen los sistemas de

topoformas que integran a la Subprovincia, algunos de esos sistemas, en mayor o menor grado, se repiten en diferentes zonas. Las sierras, unas de ellas citadas con anterioridad, se localizan a todo lo largo de la Subprovincia y son clasificadas como: alta, alta compleja, declive de sierra, baja y baja compleja; éstas, en algunas zonas presentan asociados lomeríos, mesetas o llanuras. Las mesetas están clasificadas en: bajas, dlsectadas y basálticas; a ellas se asocian lomeríos, llanuras y cañadas, excepto en poco más de la mitad de las ubicadas en la costa del Pacífico. La localización de las más extensas se mencionó en párrafos anteriores, pero cabe citar otra zona de gran amplitud: la situada en las inmediaciones de la sierra La Libertad.

En el norte y centro-oeste están situadas las áreas más grandes de lomeríos; unos no muestran características particulares, y otros son de los tipos ramificado y tendido; se presentan solos, o bien, asociados con planicies, llanuras, cañadas o bajadas. A lo largo de la parte central, de manera discontinua, se localizan las llanuras aluviales, algunas sin asociación y la mayoría asociadas con lomeríos. Las llanuras costeras están distribuidas de forma dispersa sobre la mitad norte de la costa del Pacífico principalmente, como es al oeste y sur de la población de Ensenada, pero la mayor comprende desde la localidad de Camalú hasta Venustiano Carranza, a ella se asocian lomeríos; al occidente de ésta se encuentra el sistema de topoformas denominado ciénaga. Las planicies intermontanas se localizan en los alrededores de Real del Castillo y al oriente de Venustiano Carranza. La llanura intermontana con lomeríos se encuentra al noreste de Santa Inés. La gran llanura elevada con lomeríos comprende el entorno de El Álamo, al sureste de Ensenada.

Las pequeñas llanuras están situadas al este y sureste de la sierra La Asamblea; la pequeña llanura con lomeríos se ubica al noreste de Puerto Canoas; y la llanura de piso rocoso con lomeríos se localiza al norte de El Metate. Las llanuras costeras, relativamente angostas en la Subprovincia, están constituidas de materiales aluviales. Los valles son: ramificado, intermontano, intermontano cerrado, abierto y

de laderas tendidas; se distribuyen por toda la Subprovincia y la mayoría está asociado con lomeríos. El valle más extenso es el de San Felipe, es de carácter intermontano cerrado y tiene lomeríos asociados a él; éste, en su zona de menor altitud forma otro valle del mismo tipo, pero inundable y sin lomeríos. En la costa del Golfo de California sobre todo, están situadas las bajadas; a ellas se asocian lomeríos, excepto en las situadas al sureste y norte de la sierra San Felipe. Los campos de dunas comprenden algunas áreas del centro y sur de la Subprovincia; y las barras son escasas y de poca extensión, sólo se localizan en Cabo San Quintín.

Descripción breve de las características del relieve del área de Estudio.

Geología	
Periodo	Cretácico (50.13%), Neógeno (17.67%), Cuaternario (9.69%), No definido (1.82%)
Roca	Ígnea extrusiva: andesita-toba intermedia (38.84%), basalto (2.98%), andesita (2.11%) y toba ácida (1.55%) Sedimentaria: arenisca (13.72%) y conglomerado (2.91%) Suelo: aluvial (6.64%) y litoral (0.11%) Ígnea intrusiva: granito (4.89%), granodiorita-tonalita (3.38%), granodiorita (0.29%) y diorita (0.06%). Metamórfica: pizarra (1.41%) y esquisto (0.41%)
Sitios de interés	No disponibles

Sistemas de topoformas del Municipio de Tijuana (INEGI, 2009).

Topoforma	Área (km2)	% Municipal
Llanura aluvial costera salina	78.34	6.33
Lomerío escarpado	8.18	0.66
Lomerío escarpado con bajadas	118.91	9.61
Lomerío tendido	91.63	7.40
Meseta compleja	319.78	25.83
Meseta compleja con lomerío	102.61	8.29
Meseta disectada con lomerío	7.58	0.61
Sierra alta	53.87	4.35
Sierra baja	389.62	31.48
Valle intermontano abierto	4.74	0.38
Valle intermontano abierto con lomerío	9.14	0.74

Valle intermontano cerrado	53.44	4.32
Total	1237.84	100.00

Geología del Municipio de Tijuana (INEGI, 2009).

TIPO	CLAVE	ÁREA	% MUNICIPAL
Andesita-Toba intermedia	K(A-Ti)	482.52	38.98
Arenisca	Tpl(ar)	279.94	22.62
Aluvial	Q(al)	129.51	10.46
Conglomerado	Q(cg)	72.13	5.83
Granito	K(Gr)	61.36	4.96
Granodiorita-Tonalita	K(Gd-Tn)	45.36	3.66
Arenisca	Ks(ar)	43.03	3.48
Basalto	Ts(B)	36.72	2.97
Andesita	Ts(A)	35.01	2.83
Toba ácida	Ts(Ta)	19.20	1.55
Pizarra	M(Pz)	17.44	1.41
Esquisto	M(E)	5.15	0.42
Arenisca	Q(ar)	5.05	0.41
Granodiorita	K(Gd)	3.63	0.29
Litoral	Q(li)	1.08	0.09
Diorita	K(D)	0.70	0.06
Total	**1237.82**	**100.00**	**Total**

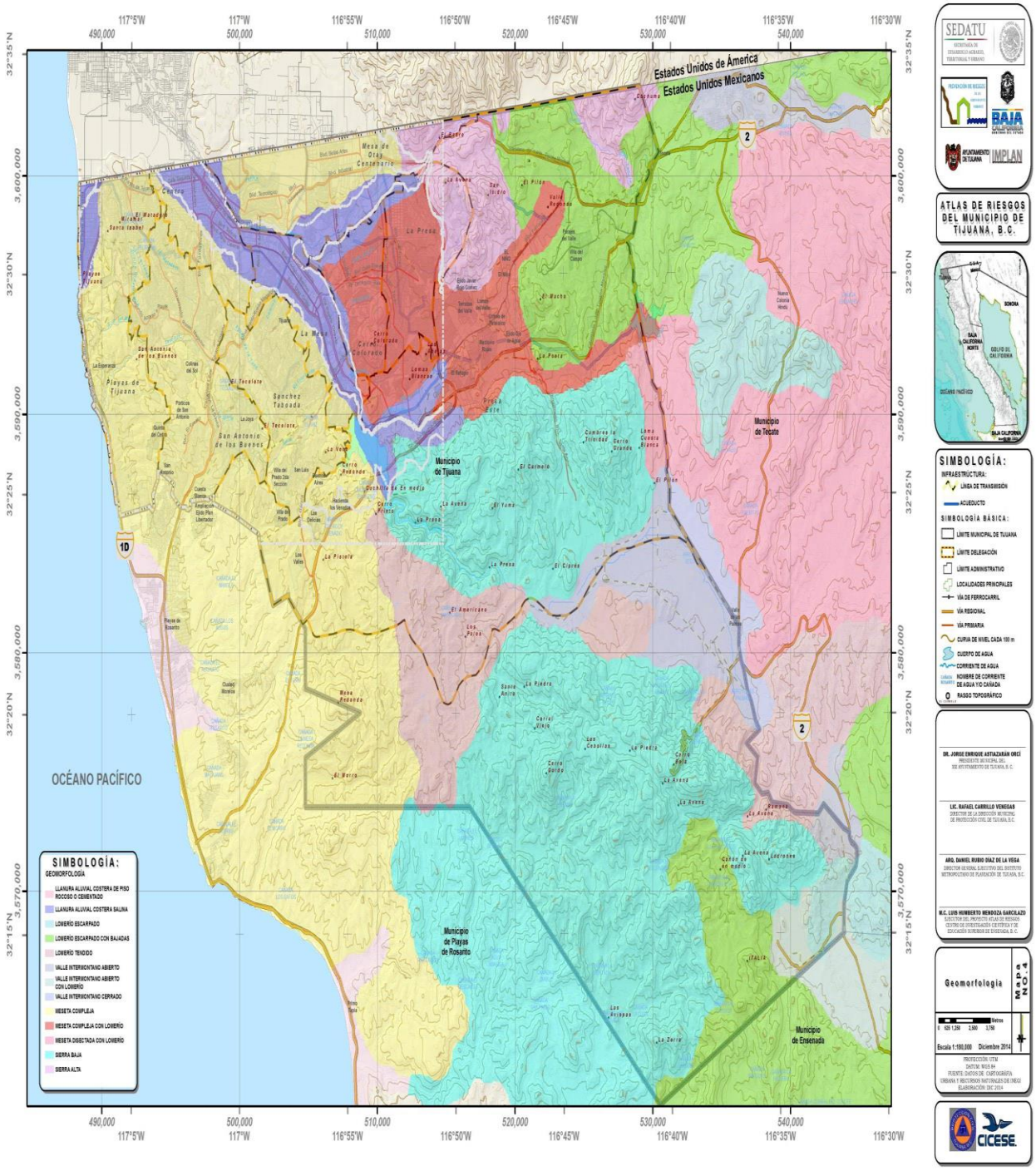
Estratigrafía característica de la zona urbana de Tijuana, B. C.

EDAD	LITOLOGÍA (EXTREMO OESTE)	ESPESOR (METROS)	EDAD	LITOLOGIA (EXTREMO ESTE)	ESPESOR (METROS)
Reciente	Depósitos de terraza: Areniscas fosilíferas sin consolidar.	Sin determinar	Reciente	Aluvión: Arena, limo, arcilla y conglomerado.	Variable

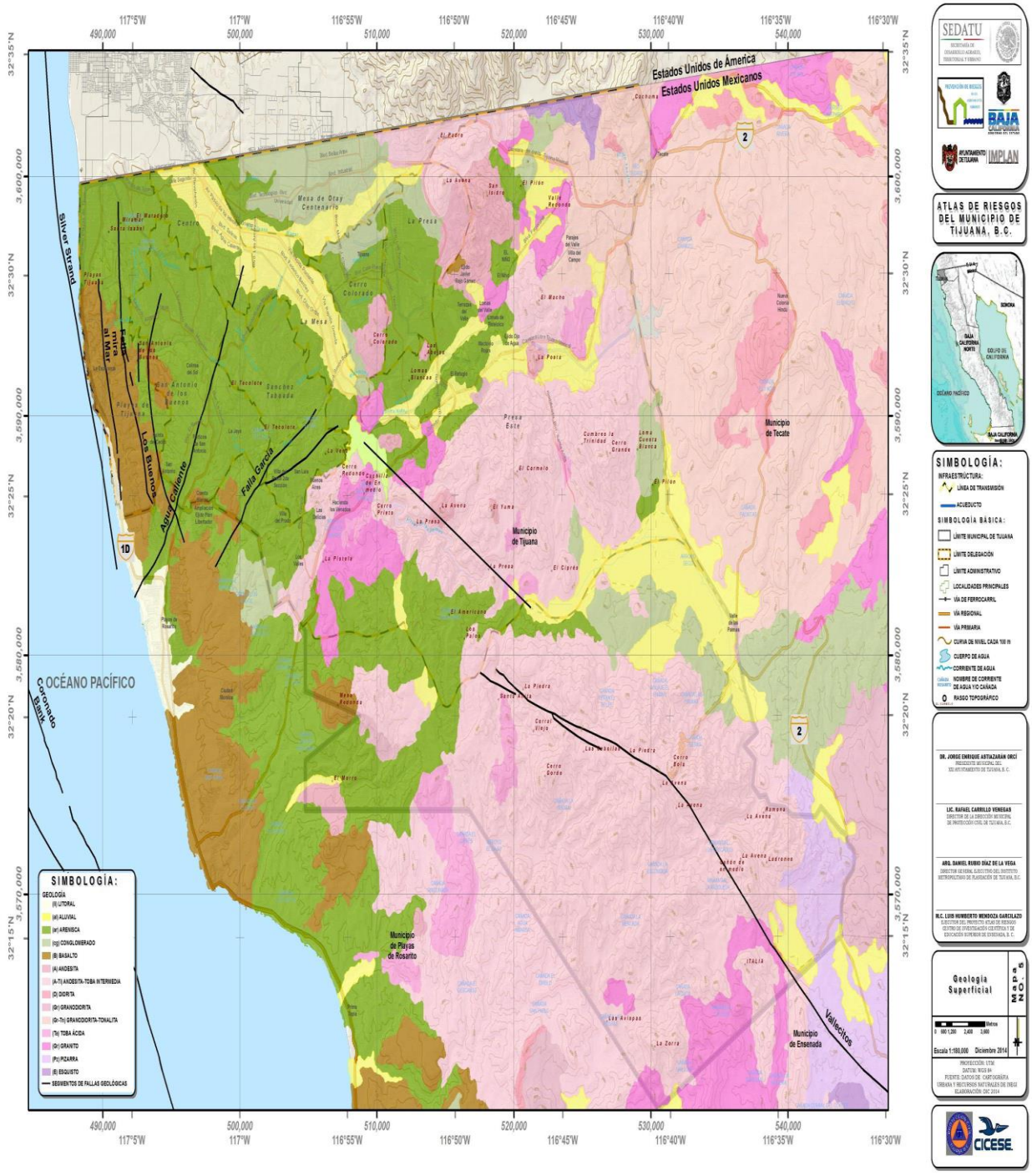
Pleistoceno	Fm. Lindavista: Terrazas de areniscas y conglomerado.	0 – 4.6	Pleistoceno	Depósitos de terraza: Areniscas y limolitas de escasa compactación.	Sin determinar
Plioceno	Fm. San Diego: Conglomerados y areniscas color marrón, fosilíferas.	200	Plioceno	Fm San Diego: Arenisca y Conglomerado color café.	90
Mioceno-Plioceno	Fm Rosarito Beach: Basaltos, tobas interestratificadas, areniscas, brechas y calizas.	> 1155	Mioceno	Fm. Rosarito Beach: Alternancia de basalto y arenisca. Localmente ceniza y tobas.	200 - 250
Eoceno	Indiferenciada: Areniscas.	Sin determinar (50 metros expuestos)	Eoceno	Fm. Buenos Aires: Arenisca, Lodolita arenosa y Lutita. Conglomerado. Fm. Delicias: Arenisca fosilífera y Lodolita.	130 – 150 43 - 60
Cretácico	Fm. Rosario: Areniscas y lutitas.	Sin determinar	Cretácico	Fm. Rosario: Arenisca y lodolita. Fm. Redonda: Conglomerado.	120 60 - 120

Jurásico	Fm. Santiago Peak: Rocas metavolcánicas y metasedimentarias.	Sin determinar			

Sistemas de topoformas del Municipio de Tijuana



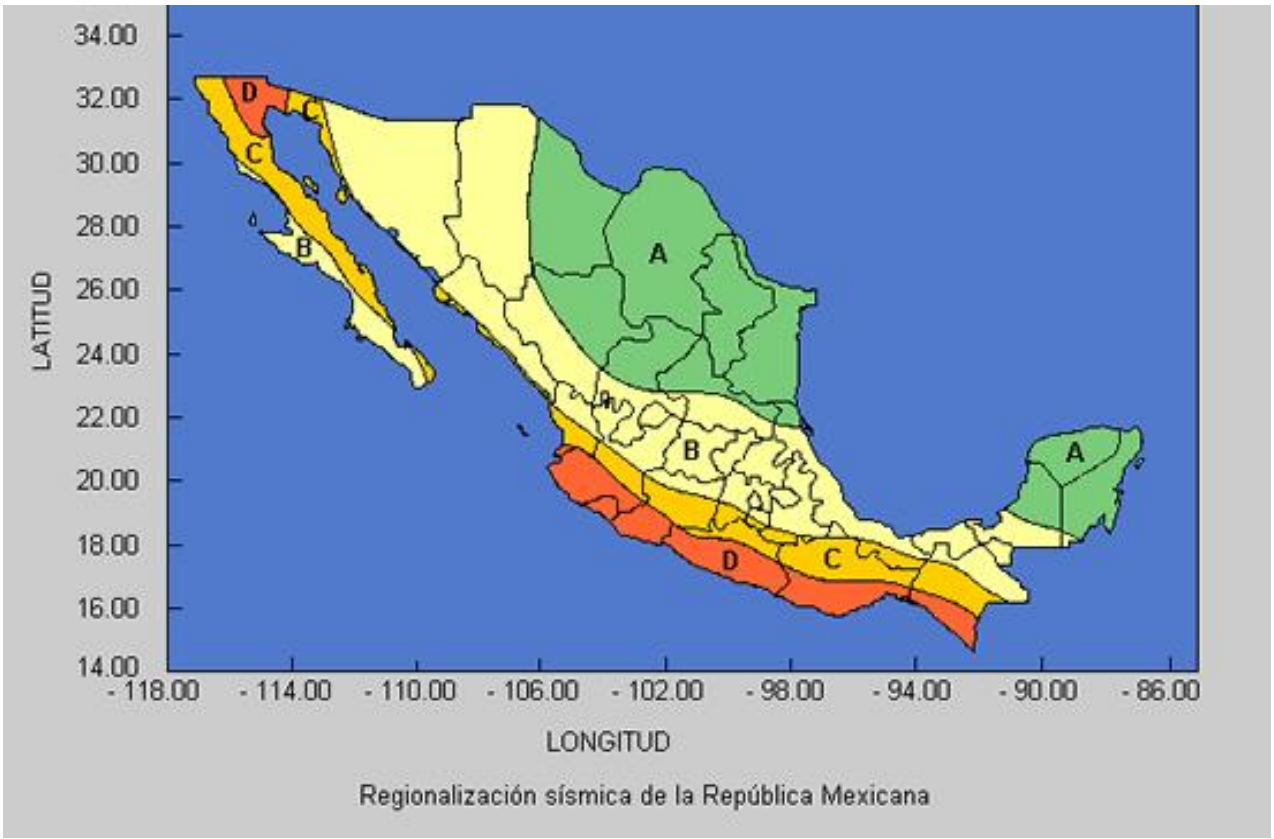
Geología del Municipio de Tijuana (INEGI, 2009).



Susceptibilidad a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimiento de tierra o roca, posible actividad volcánica, etc.

Con base a la información recabada por el Centro Nacional para la Prevención de Desastre (CENAPRED, 2013), se puede determinar que en el predio de interés se encuentra en la zona de muy bajo peligro de actividad sísmica (Figura 4-11). Las condiciones tectónicas en esta región son pasivas como se ha presentada en el apartado en la Geología, no presentan actividad termodinámica durante el periodo Cretáceo. Además, su influencia más cercana con respecto a las placas más activas en nuestro país, que podría presentar un riesgo latente para la región norte o para el municipio de Tamaulipas, que está íntimamente ligada con el área de estudio, está en varios cientos de kilómetros de distancia, tal como es el caso de las placas Tectónica Norteamericana y la del Pacifico, en la falla transformante del Golfo de Cortés; hacia el Noroeste de la República Mexicana.

Mapa de Peligros por Zonas Sísmicas en la República Mexicana por Zonas y Regiones Sísmicas



Fuente: (CENAPRED)

IV.2.1.4 Suelos.

Edafología.

La capa superficial que recubre el tejido rocoso recibe el nombre de suelo. El suelo es resultado de la intemperización de la roca, de su erosión y de la mezcla de estos productos con procesos químicos y biológicos complejos. El suelo es propiamente la capa sobre la cual se desarrollan las actividades productivas primarias y recibe el nombre de capa edáfica (ver anexo 3).

La variedad de tipos de suelo se debe fundamentalmente a la acción combinada de diversos factores, entre ellos se encuentran: clima, material parental (roca madre), relieve, procesos físicos, químicos-biológicos y el tiempo, entre otros. En la provincia predominan las rocas ígneas extrusivas de pH intermedio.

Los suelos del Municipio de Tijuana presentan espesores diversos, dependiendo de su posición topográfica. Se pueden encontrar desde ausentes en las partes más altas de las sierras, hasta cercanos a un metro en regiones localizadas en los valles. En cuanto a su estructura, presentan fases líticas y pedregosas de tipo detrítico con espesores escasos y carentes de vegetación, y de composición mayormente sódica. El relieve topográfico de la ciudad ha permitido el desarrollo de seis tipos de suelo: Regosol, Litosol, Xerosol, Vertisol, Fluvisol y Feozem (Figura 6)

De acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO las unidades edáficas encontradas en el Municipio de Tijuana son: Litosol (L), Vertisol crómico (Vc), Xerosol háplico (Xh), Fluvisol eútrico (Je), y Regosol eútrico (Re).

Litosol

Estos suelos son muy delgados (menos de 10 cm.), son de textura media, poco desarrollados, pedregosos de topografía accidentada y susceptibles a la erosión (SPP, 1982). Este tipo de suelo es el que predomina con un 52% del área del Municipio.

Vertisol crómico

Estos suelos ocupan el 27.5% de la superficie Municipal. Se caracterizan por tener más del 40% de arcilla, dominando la arcilla montmorillonita que al contacto con el agua se expande, con lo que sus poros se cierran y el suelo se vuelve 'chicloso' y se anega con facilidad por drenaje insuficiente; contrariamente, en la época de secas, el suelo se endurece y agrieta (SPP, 1982); se les conoce como suelos expansivos debido a que provocan hundimientos diferenciales y cuarteaduras en las construcciones.

Xerosol háplico

Se caracterizan por tener una capa superficial de tono claro y muy pobre en humus, debajo de la cual puede haber un subsuelo rico en arcillas. Los xerosoles tienen baja susceptibilidad a la erosión, excepto cuando están en pendientes o sobre caliche (SPP, 1982). En el Municipio tiene un área de 5.38%.

Fluvisol eútrico

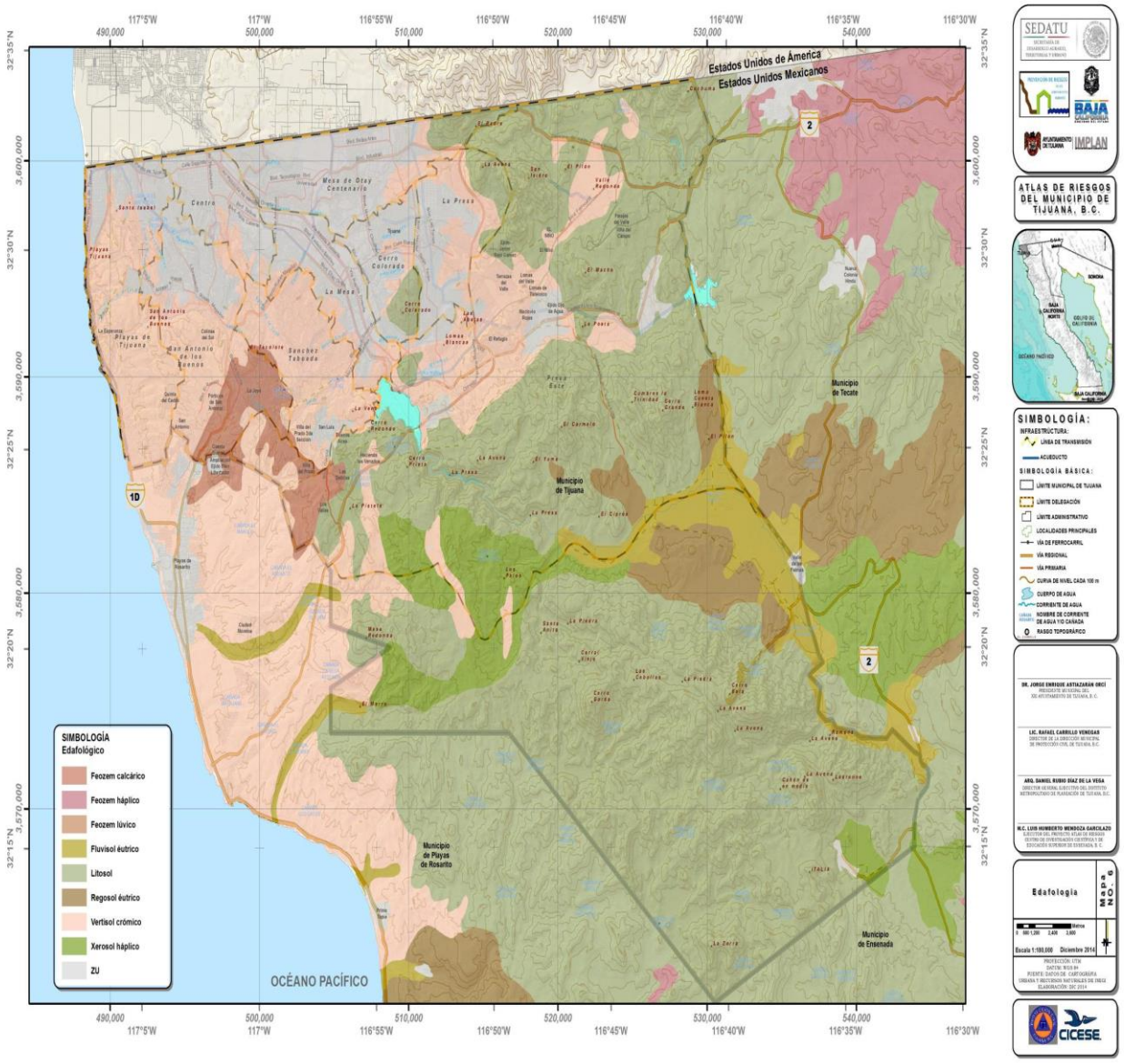
El Fluvisol está formado por depósitos aluviales recientes, se observan en el 3.83 % del territorio Municipal, son de color claro y tienen una estructura de bloques subangulares en A, las capas carecen de estructura, poros, consistencia, adhesividad y plasticidad (SPP, 1982).

Los tipos de suelo representativos en región del proyecto y sus alrededores, de acuerdo a la carta edafológica de la Síntesis Geográfica del Estado de Tijuana INEGI, para el municipio de Tijuana, son los siguientes.

TIPO DE SUELO	CLAVE	% MUNICIPAL	km2
Litosol	L	51.71	639.69
Vertisol crómico	Vc	19.67	243.30
Xerosol háplico	Xh	5.32	65.85

Fluvisol éutrico	Je	6.12	75.76
Regosol éutrico	Re	3.24	40.06
ZU	13.54	167.54	ZU
H2O	0.39	4.86	H2O
Total	100.00	1237.06	Total

Plano Edafología del Municipio de Tijuana



Grado de erosión del suelo.

En el zona del proyecto y en los alrededores del SA se presenta un grado de erosión media en la zonas pobladas y de baja a moderado en áreas donde el suelo está cubierto generalmente por vegetación como es el caso de pastizales así como de vegetación natural. Las áreas donde se presenta erosión eólica e hídrica laminar o en surcos más severas son en las zonas con pendientes fuertes donde se practica la agricultura y el pastoreo. Los efectos que se producen son provocados por acción de los vientos contra las laderas desnudas. En zonas llanas, el viento puede levantar partículas de la superficie del suelo y llevarlas a grandes distancias del lugar de origen provocando erosión.

IV.2.1.5 Hidrología superficial.

El municipio de Tijuana pertenece a una de las zonas más áridas del país donde la mayoría de las corrientes fluviales son de carácter intermitente, o con escurrimientos mínimos en breves periodos de tiempo en el año. Situación similar en lo relacionado con los acuíferos, que son pequeños y localizados y existen escasos sistemas acuáticos continentales, lacustres, ríos, arroyos, manantiales, etc. Esta situación genera una alta dependencia en el agua extraída de pozos y de dos presas existentes en la región y el acueducto Rio Colorado-Tijuana.

Hidrología superficial

Tijuana, se encuentra en la Región Hidrológica 1 (RH-1) llamada Baja California Noroeste (Ensenada), que tiene un área de 26,599.50 km2 y representa el 37.4 % de la superficie estatal. La región está totalmente dentro del Estado de Baja California de acuerdo a las definiciones nacionales. Sin embargo comparte algunas corrientes con los Estados Unidos lo que indica una continuidad más allá de la frontera internacional en la región hidrológica de South Coast.

El municipio de Tijuana se encuentran específicamente en las subcuencas “d”- Arroyo El Descanso, “e”- Río Las Palmas y “f”- Río Tijuana y en menor proporción “c”- R. Guadalupe.

Región hidrológica 1, cuencas y subcuencas en C

Cuenca	Clave	Nombre	% Municipal*
	C	R. Tijuana - A. de Maneadero.	100
Sub-cuencas en C	c	R. Guadalupe	5.21
	d	A. El Descanso	21.10
	e	R. Las Palmas	35.64
	f	R. Tijuana	38.03

Entre los cuerpos de agua importantes dentro la zona de estudio son las presas Abelardo L. Rodríguez y El Carrizo:

La Abelardo L. Rodríguez (450 ha, CNA, 1999) presento un descenso del volumen de almacenamiento hasta alcanzar un valor prácticamente nulo durante la década de los 50 hasta 1977 y en los años 1988, 1997 y del 2002 hasta la actualidad. Las variaciones del volumen de la presa están condicionadas, además de la precipitación, por la evaporación y la temperatura.

El Carrizo es derivadora del acueducto Río Colorado – Tijuana, no depende mayormente de los aportes pluviales. En la última década su volumen y su nivel han permanecido relativamente constantes (PRONACOSE, 2014).

Las corrientes intermitentes al llevar agua sólo en época de lluvias, captan agua de afluentes secundarios que hacen que en poco tiempo aumenten su caudal, generando así corrientes de acción erosiva y de arrastre, que modela los cauces anualmente. La mayoría de los arroyos tienen escaso potencial hidrológico utilitario (agricultura, doméstico, pecuario, etc.) debido a la escasa precipitación, presentan pendientes de 5%-15%, la mayoría sin delimitación, obras de protección o canalización. En muchos de estos cauces se presenta invasión ilegal.
Los principales ríos son:

• Río Tijuana. Canalizado 100% con concreto. Eje vial articulador de la ciudad. Principal zona comercial y de desarrollo urbano.

• Arroyo Alamar. En proceso de canalización. Zona de recarga acuífera. Flujo de agua permanente y escaso.

• Arroyo Las Palmas. Sin canalización. Recarga de mantos acuíferos. Aporte de agua a la Presa “Abelardo L. Rodríguez”.

• Arroyo Matanuco. Recarga de mantos acuíferos. Inicia canalización.

• Arroyo El Florido. Recarga de mantos acuíferos. Sin canalización.

Descripción de los acuíferos presentes en la zona. Fuente

ACUÍFERO	DESCRIPCIÓN
TIJUANA	Se localiza al sureste de la ciudad en la subcuenta del Río Tijuana. Es un acuífero tipo libre en depósitos aluviales que rellenan un valle, formado con grava y arena así como limo y arcilla. La extracción se realiza en 429 aprovechamientos (33% pozos). El uso a que se destina el agua subterránea es: 47% riego; 29% público y 23% industria. **N.E**. (m): 5-10; **Espesor** (m): 60; **Caudales promedio** (l/s) 10-50
TECATE	Se localiza hacia el sureste de la Ciudad de Tecate en la subcuenca del Río Tijuana. El acuífero está conformado por tres valles intermontanos, es tipo libre y está constituido por grava, arena, limo y arcilla. La extracción se realiza con 57 pozos y 30 norias. El agua se destina principalmente al riego (50%) y uso público (36%). **N.E**. (m): 1-8; **Espesor** (m): 50; **Caudales promedio** (l/s) 30
EL DESCANSO	Se ubica al sureste de la ciudad de Tijuana, a 22 km de Rosarito, en la vertiente del Pacífico sobre la subcuenca del río Tijuana. El acuífero es pequeño, de tipo libre, constituido de materiales fluviales y aluviales: boleos, gravas y arenas. La poca extracción se realiza a través de 15 pozos y 4 norias. **N.E**. (m): 1-6; **Espesor** (m): 22; **Caudales promedio** (l/s) 5

LOS MEDANOS	Se ubica junto a la zona de El Descanso, a 19 km al sur de Rosarito también sobre la vertiente del Pacífico. Su acuífero también es pequeño y de tipo libre, constituido por boleos, gravas y arenas asociados con depósitos fluviales. La extracción se realiza a través de 9 pozos, 7 norias. El uso a que se destina es para riego **N.E**. (m): 1-10; **Espesor** (m): 40; **Caudales promedio** (l/s) 5-10
LAS PALMAS	Se localiza al oeste del poblado Las Palmas y al sur de Tecate, sobre la subcuenca del río las Palmas que alimenta a la presa A.L. Rodríguez. El acuífero es tipo libre, en arenas y gravas de buena permeabilidad. La extracción se realiza a través de 89 aprovechamientos. El agua se utiliza básicamente con fines agropecuarios. **N.E**. (m): 3-10; **Espesor** (m): 30-100; **Caudales promedio** (l/s) 10-30
ROSARITO	Se localiza al sur de Tijuana y sobre la vertiente del Pacífico. La extracción se realiza en cerca de 154 aprovechamientos, principalmente norias (39 pozos). La extracción se destina principalmente para riego. **N.E**. (m): 10-80; **Espesor** (m): s/d; **Caudales promedio** (l/s) <10

IV.2.1.6 Hidrología subterránea.

Hidrología subterránea

El agua subterránea se considera como no renovable debido a la escasa precipitación pluvial, y la lenta renovación de las fuentes de agua subterráneas para efectos productivos. De acuerdo a las condiciones geo-hidrológicas del Estado, todo el territorio se considera como zona de veda a la extracción.

El Sistema Acuífero Transfronterizo San Diego-Tijuana se localiza en la porción sur del Estado de California, en los EUA, y en la porción norte del Estado de Baja California, en México. En esta región el clima es seco y la agricultura es la actividad principal. La demanda de agua para usos es alta en ambos países, concentrándose en las ciudades de San Diego en los EUA y Tijuana en México.

El acuífero está conformado por materiales aluviales en los valles y por conglomerados en las terrazas y lomeríos adyacentes. Su extensión superficial es reducida y su espesor en territorio mexicano es de unos 300 m; en la planicie de San Diego su espesor es menor. A México le corresponde la parte “aguas arriba” del sistema. La extracción de agua subterránea es mayor en territorio mexicano, aunque disminuyó al incrementarse la importación de agua desde la cuenca del Río Colorado para el abastecimiento de Tijuana. La salinidad del agua subterránea aumenta con la profundidad en territorio mexicano y en la planicie costera de San Diego se registra la ocurrencia de intrusión de agua marina en la franja costera (UNESCO-OEA, 2007).

El crecimiento urbano de Tijuana ha originado una contaminación creciente del acuífero y el ascenso de los niveles freáticos provocado por las fugas en las redes hidráulicas. El sistema es importante para el desarrollo urbano en ambos países, aunque se tiende a incrementar la importación de agua desde la cuenca del río Colorado (UNESCO-OEA, 2007).

En el municipio de Tijuana, existen cuatro zonas de recarga natural al acuífero, siendo los arroyos Alamar, El Florido, Matanuco, y Las Palmas, dónde se generan los principales sistemas de flujos regionales y locales, así como afloramientos de aguas subterráneas (manantiales de aguas frías), algunos localizados hacia la parte media de los afloramientos ígneos al noreste del centro de población, presentando cambios en la litología y permeabilidad. La Comisión Nacional del Agua en 1996, reporta que el acuífero del Río Tijuana tiene una recarga de 24.8 millones de metros cúbicos, en tanto que se extraen 24 millones de metros cúbicos, considerando que se encuentra en equilibrio. La Tabla 8 y 9 muestra la descripción de los acuíferos pertenecientes al municipio de Tijuana y su relación de recarga extracción y condiciones geo-hidrológicas respectivamente.

Fuentes de abastecimiento de la Ciudad de Tijuana

Las fuentes de abastecimiento para la población de Tijuana son subterráneas y superficiales.

- Aguas subterráneas: captadas por pozos profundos, de los denominados pozos de Tijuana y Pozos de la "Misión.
- Aguas superficiales: Presa Abelardo L. Rodríguez que recibe afluente de la cuenca del Río Tijuana o Río Palmas y las provenientes del Río Colorado en el Valle de Mexicali (acueducto desde otra cuenca) con riesgos en la calidad del agua (salinización).

Tabla maestra de acuíferos de Tijuana, actualizada al 31 dic 2009

CLAVE GEOH.	ACUÍFERO	RH	CUENCA	SUBREGIÓN HIDROLÓGICA	RECARGA (hm3/año)	EXTRACCIÓN (hm3/año)	CONDICIÓN GEOHIDROLÓGICA	VOLUMEN CONCESIONADO Y/O REGISTRADO REPDA 31-MZO-2009	DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS AL 31-MZO-2009	DÉFICIT DE AGUAS SUBTERRÁNEAS AL 31-MZO-2009
BCA01	TIJUANA	01	RÍO TIJUANA- A. MANEADERO	RIO TIJUANA	16.00	17.00	SUBEXPLOTADO	15.47	0.53	0.00
BCA02	TECATE	01	RÍO TIJUANA- A. MANEADERO	RIO TIJUANA	10.10	11.00	SUBEXPLOTADO	12.04	0.00	- 1.94
BCA03	EL DESCANSO	01	RÍO TIJUANA- A. MANEADERO	RIO TIJUANA	2.70	1.90	SUBEXPLOTADO	1.85	0.45	0.00
BCA04	LOS MEDANOS	01	RÍO TIJUANA- A. MANEADERO	RIO TIJUANA	1.80	0.70	SUBEXPLOTADO	0.72	0.98	0.00
BCA05	LAS PALMAS	01	RÍO TIJUANA- A. MANEADERO	RIO TIJUANA	10.50	7.90	SUBEXPLOTADO	11.25	0.00	- 4.25
BCA45	ROSARITO	01	A. SANTA CATARINA-A.ROSARIO	RIO TIJUANA	6.20	3.90	SUBEXPLOTADO	4.18	1.52	0.00

IV.2.1.7 Oceanografía

Por el tipo de proyecto que nos incumbe la información presentada será mayormente bibliográfica, El área del proyecto está considerada dentro de la región Marina conocido como Pacífico Sudcaliforniano el cual se caracteriza como a continuación se describe:

El Pacífico Sudcaliforniano se caracteriza por una plataforma continental muy angosta, que se ensancha ligeramente al sur hasta alcanzar entre 110 y 140 kilómetros en la bahía Sebastián Vizcaíno y justo al norte de bahía Magdalena. A partir del quiebre de la plataforma continental, el fondo marino cae abruptamente a profundidades de 1,000 y 3,000 metros. Entre este talud, y las profundas planicies y montañas marinas sudcalifornianas se encuentra el margen continental de Baja California: región montañosa, con profundidades de entre 800 y 1,000 metros, que comprende islas, bancos y cuencas profundas (CONANP, 2005).

En esta región existen varios montes submarinos, entre ellos Westfall, Dispatch, Montebello, Suitcase y Fairweather y los de la cuenca de San Clemente. En general, se caracterizan por tener grandes variaciones en tamaño y altura, pueden encontrarse solos, cadenas o conjuntos (Aburto-Oropeza *et al.* 2010). Estas estructuras son generalmente cónicas con base elíptica o elongada localizados en el suelo marino, donde se crean condiciones oceanográficas tanto abióticas, que incluyen zonas de fuerte mezcla, de ondas internas o de remolinos; como biológicas en áreas de alta productividad primaria, elevada biomasa de zooplancton y de organismos superiores . La gran variabilidad en su topografía, fisiografía, profundidad, grado de aislamiento, régimen oceanográfico, localización y estacionalidad, determina procesos ecológicos y la estructura de las comunidades locales. Estas condiciones originan un ambiente propicio para la reproducción y desarrollo de comunidades diversas, entre ellas las de organismos pelágicos mayores de gran importancia ecológica o comercial. Están considerados como estaciones de paso de especies migratorias como peces, cetáceos, aves y cefalópodos. El Pacífico Sudcaliforniano es un área de gran importancia por la alta

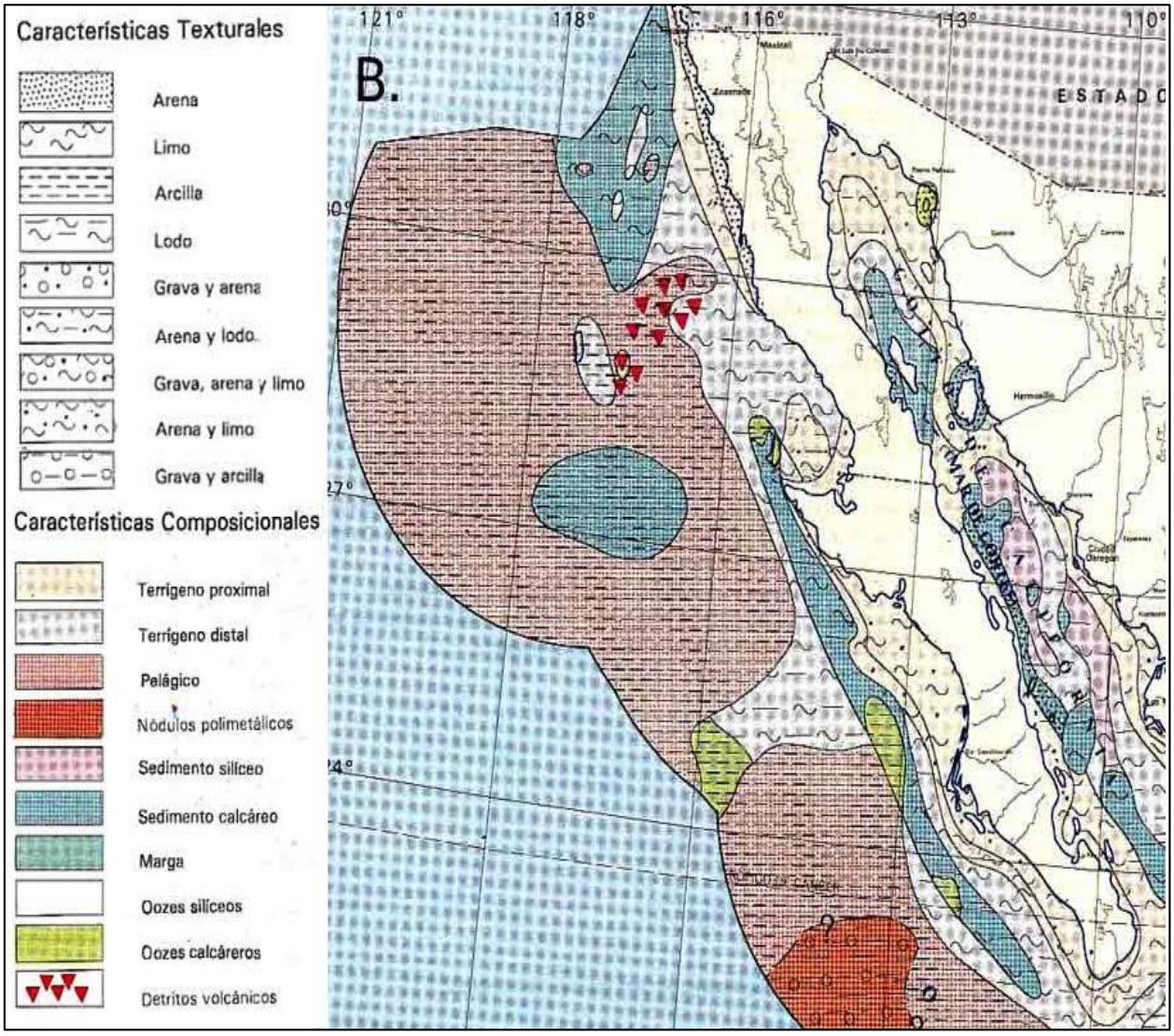
complejidad geomorfológica del ambiente profundo y la alta diversidad biológica. En esta región, se mezclan tanto aguas como complejos faunísticos del norte y del sur. La confluencia de la corriente de California -de aguas frío templadas y ricas en nutrientes- y de las aguas cálidas del sur, propicia una compleja zona de transición biótica, caracterizada por una diversidad de especies relativamente alta. En el Pacífico Sudcaliforniano, la confluencia de aguas cálidas del sur y aguas más frías del norte da a esta región su relativamente alta diversidad biológica. El límite meridional del rango de distribución de muchos peces marinos, invertebrados y algas de altas latitudes, así como el límite septentrional del área de distribución de muchas especies ecuatoriales se encuentran en los alrededores de punta Concepción y en la parte septentrional del Archipiélago del Norte. La región posee, asimismo, importantes zonas de reproducción y alumbramiento para la ballena gris, especie cuya ruta migratoria es una de las más extensas de todos los mamíferos (CONANP, 2005).

IV.2.1.7.1 Batimetría

La batimetría presenta una plataforma con profundidades menores de 40 m, la cual se extiende al oeste hasta las Islas Coronado.

IV.2.1.7.2 Composición de sedimentos.

El polígono de los montes submarinos de la cuenca de San Clemente Profundo es un área de borderland que se caracteriza por una importante complejidad de fondo y sedimentos suaves en mayor composición que de sedimentos duros de tipo lodoso. La mayor parte de este sitio posee profundidades batiales que van de los 800 a los 2000 m y cuenta con una pendiente pronunciada con fracturas y fallamientos de hasta 1,793 m de profundidad máxima registrada. Las infiltraciones de metano, azufre y bario que forman las chimeneas hidrotermales y baritas en este sitio son únicos en la región; además de ser un sitio de reproducción de corales duros y sitio de agregación y alimentación de muchas especies de peces (CONANP, 2005).



IV.2.1.7.3 Arrecifes o bajos fondos

Los arrecifes son: Comunidad marina de aguas poco profundas cercanas a la costa, dominada por comunidades coralinas y estructuras rocosas, con una gran diversidad de especies de algas, invertebrados y peces. Pueden ser coralinos, rocosos, mixtos y artificiales. Los arrecifes están cercanamente ligados con otros ecosistemas, ya que estas grandes estructuras coralinas o rocosas, cambian la dirección y velocidad de las corrientes marinas y ayudan en el establecimiento de otros ecosistemas costeros como manglares y pastos marinos. Entre estos ecosistemas existe una relación muy importante donde organismos juveniles de peces e invertebrados de diferentes especies pasan su periodo de larva y juvenil en

zonas de manglares y pastos marinos. Una vez que llegan a la etapa adulta, migran a los arrecifes en donde se reproducen y liberan sus huevecillos. Pocas horas después las pequeñas larvas harán su viaje a los manglares y pastos en donde crecerán hasta alcanzar el tamaño necesario para poder regresar al arrecife y el ciclo vuelve a repetirse.

Coralinos: Los organismos encargados de la formación de los arrecifes coralinos y de formar su estructura básica, son los pólipos de coral. Estos pequeños animales pertenecen junto con las medusas y anémonas al grupo de los cnidarios (del griego, *cnide*, ortiga y del latín *arium, arma*), *(Phyllum: Cnidaria)*. Los corales son animales que viven unidos formando colonias de hasta miles de individuos llamadas coral. Al conjunto de varias colonias de diferentes especies de coral las conocemos como arrecifes coralinos.

Los arrecifes coralinos según su origen, configuración y situación con respecto a tierra firme son catalogados en: Arrecifes costeros: de aguas someras, bordeando costas, muy cerca de la costa o separados por un estrecho brazo de agua de poca profundidad; Arrecifes de barrera: dispuestos paralelamente a la costa, pero muy alejados de ella, casi siempre separados por un canal que puede tener, en algunos casos hasta 100 metros de profundidad. Estos arrecifes son de mayor tamaño que los costeros; Arrecifes de plataforma: de forma plana y alargada en su parte superior que se debe a la acción de los vientos y las corrientes; Atolones: anillos de islas de coral, que generalmente se encuentran en mar abierto y están asociados a conos volcánicos.

Rocosos: Otro tipo de arrecifes no menos importantes que los coralinos son los arrecifes rocosos, formados por bloques de roca de diferentes tamaños distribuidos en el fondo que sirven de sustrato a una infinidad de algas e invertebrados así como refugio de peces, estos se encuentran en el norte del Golfo de California y en sus islas y en las costas de Sonora y Sinaloa.

Artificiales: Recientemente se han creado arrecifes artificiales constituidos por bloques de rocas de gran tamaño, estructuras de barcos hundidos y pilotes de cemento. Todos ellos sirven de refugio y sustrato a muchos organismos invertebrados y vertebrados, incluyendo a los propios corales. La creación de arrecifes artificiales tiene la función de disminuir la presión sobre los arrecifes naturales, además de crear más sitios de refugio y reproducción de peces que actúen como repobladores de otros sitios y crear sitios alternativos para el buceo. Se han construido arrecifes artificiales en el Golfo de California, Guerrero, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Romero 1995).

Dentro del ecosistema costero que impera en la zona del proyecto no encontramos este tipo de formaciones ni naturales ni artificiales.

IV.2.1.7.4 Mareas

Las mareas del Pacífico Sudcaliforniano son de tipo mixto semi-diurno. Las amplitudes aumentan desde Ensenada (1.48 m) hasta Punta Abreojos, y disminuyen hacia Cabo San Lucas, excepto en Guerrero Negro (1.37 m) y San Carlos, Bahía Magdalena (1.56 m) (De la Lanza-Espino 2001).

IV.2.1.7.5 Corrientes

En la parte norte del Pacífico oriental existen varias corrientes que confluyen en los mares mexicanos. En la costa sur de Alaska se forma la *Corriente de California* (CC) (de bajas temperaturas), la cual llega hasta las costas de América del Sur. La *Corriente Ecuatorial* (CE) que viaja desde Asia por el ecuador y a través del Pacífico Central (temperatura tropical cálida), se dirige hacia el norte alrededor de las costas americanas. La *Corriente del Pacífico Norte* (CPN) proveniente de Japón, cruza el Pacífico y choca con la CC, y se une con aguas más templadas en el noroeste del Pacífico; estas a su vez se unen con las corrientes de Humbolt y del Perú en el sur, que junto con la CE forman aguas de temperatura tropical hasta la parte central del Golfo de California y en la costa occidental de la península, al norte de Bahía Magdalena.

La oceanografía de esta ecorregión está principalmente determinada por el sistema de la *Corriente de California* (CC), que a su vez depende principalmente de dos factores: del control ejercido por el viento y de la presencia de una frontera meridional. Este sistema está constituido por una corriente superficial suave que fluye hacia el ecuador siguiendo aproximadamente la forma del continente, y una contracorriente subsuperficial concentrada hacia la costa y que en ciertas épocas del año llega hasta la superficie.

En la frontera sur del sistema de la CC se da una transición compleja pues además de que se mezclan la CC y la *Corriente Nor-Ecuatorial* (CNE), se suma la influencia del Golfo de California que aporta aguas más calientes y densas al sistema (Parés-Sierra *et al.* 1997).

La CC se divide en tres zonas: 1) Zona de dominio de la masa de agua de la zona subártica; 2) la Zona de transición; y 3) la Zona de dominio de la masa de agua ecuatorial. La zona de transición se encuentra frente a la parte norte de Baja California y sur de California, la zona de influencia ecuatorial, frente a Baja California Sur desde Punta Eugenia hasta Cabo San Lucas, y la zona de influencia sub ártica, aproximadamente de San Francisco a Cabo Mendocino en Estados Unidos (Parés-Sierra *et al.* 1997).

La CC forma el brazo oriental del gran giro anticiclónico del Pacífico. Este giro tiene dos componentes esenciales, uno es el régimen de vientos y el otro es la forma de la cuenca, la combinación de estos dos componentes (uno forzando, el otro restringiendo) determinan la esencia de la CC a través de su control sobre el Gran Giro. Además del Gran Giro, por la presencia de la costa y los vientos locales, se forma un apilamiento de agua en la costa que genera, mediante balance geostrófico, una contracorriente conocida como *Contra Corriente de California* (CCC). Dependiendo de las variaciones locales, temporales y de profundidad, recibe varias designaciones: *Corriente de Davidson* (cuando ocurre al norte de Punta Concepción), *Contracorriente del Sur de California* o *Giro Semi-permanente de la*

Bahía de California (cuando ocurre inmediatamente al sur de Punta Concepción) y *Corriente Submarina* (cuando no llega hasta la superficie).

La magnitud promedio de la CC es típicamente menor a 25 cm s-1; la contracorriente en sus zonas y tiempos de máxima magnitud puede llegar hasta los 50 cm s-1 (Parés-Sierra *et al*. 1997).

La costa tiene una orientación aproximadamente NNW entre la frontera y Punta Descanso, Baja California.

Frente a las costas de California se han realizado varios programas de investigación sobre circulación en la plataforma continental y, como se verá más adelante. Con observaciones hechas 70 km al norte de nuestra zona de proyecto, Winant y Bratkovich (1981) reportan que la corriente superficial promediada sobre seis semanas es a lo largo de la costa y hacia el sur durante todo el año, con rapidez de 0.10 m s-l. Reportan, además, que la columna de agua está estratificada en primavera y verano, flujo promedio hacia el sur entre 0 y 20 m, y en sentido opuesto a 60 m, cerca de fondo. Más recientemente, el programa CODE (Coastal Otean Dynamics Experiment), realizado a 200 km al norte del área de interés, reveló nuevas características del régimen costero de corrientes. Se encontró que el patrón general de circulación es sumamente complejo: existen chorros hacia el polo cuando no hay viento (Winant et al., 1987), y las corrientes superficiales no se asemejan a la forma clásica de corrientes inducidas por el viento durante una surgencia. Kosro (1987) determinó que la circulación está relacionada con estructuras térmicas superficiales que se observan en imágenes de satélite y con la presencia de regiones de flujo hacia mar adentro, giros y contracorrientes. En contraste, hay únicamente tres trabajos relativos al régimen costero de corrientes o a la dispersión en la región de estudio. Hernández-Walls (1986) reporta corrientes hacia el SE frente a Playas de Tijuana en marzo de 1985, con rapidez de 0.20 m s-1 en la superficie y 0.10 m s-l a 14 m de profundidad. Morales-Chávez (1989) presenta distribuciones de bacterias

coliformes fecales provenientes de las aguas residuales que se descargan a la playa cerca de San Antonio del Mar.

IV.2.1.7.6 Temperatura promedio del agua

Las propiedades del agua de estas corrientes están determinadas por cuatro masas de agua, definidas por su temperatura, salinidad, cantidad de oxígeno disuelto y nutrientes (Parés-Sierra *et al.* 1997).

El *Agua del Pacífico Subártico* (APSA) se forma en altas latitudes, en regiones con alta precipitación y pérdida de calor (Reid *et al.* 1958). Esta masa de agua es arrastrada por la *Corriente Sub-Ártica* (CSA) y la *Deriva Del Oeste* (DDO) y se incorpora a la CC, cerca de los 48º N con valores relativamente bajos de temperatura (12ºC) y salinidad (33.13 unidades prácticas de salinidad, UPS) y valores relativamente altos de oxígeno disuelto (7.5 mg l-1) y de concentración de fosfatos (2mg át l-1). El APSA se distingue por su baja salinidad, aun cuando abandona la CC cerca de los 25º N (Reid *et al*. 1958).

El *Agua Central del Pacífico Nor-Oriental* (ACPNO) es cálida, salada, con un contenido relativamente bajo de oxígeno disuelto y nutriente, y entra a la CC desde el oeste (Reid *et al.* 1958).

El *Agua del Pacífico Ecuatorial* (APE) se forma en el este del Pacífico tropical y tiene una temperatura, salinidad y contenido de nutrientes relativamente altos, y un bajo contenido de oxígeno disuelto (Sverdrup *et al*. 1942). Esta masa de agua entra en la parte más profunda de la corriente subsuperficial, emergiendo a 50 km de la costa de California con una temperatura menor, rica en nutrientes y deficiente de oxígeno (Sverdrup 1938).

IV.2.1.7.7 Surgencias

Las surgencias son reconocidas como procesos oceanográficos caracterizados por el ascenso de aguas subsuperficiales con alto contenido de nutrientes (Barnes y

Mann 1998). Esta condición genera impactos notables en áreas donde su intensidad es mayor, como en los bordes orientales de los océanos, consolidando sistemas en los cuales la energía cinética del mar es particularmente efectiva al favorecer la producción primaria, en la medida en que se establecen condiciones que definen ecosistemas sobrealimentados (Margalef, 1985).

Las surgencias tienen importantes implicaciones biológicas, químicas y económicas, debido a que las aguas subsuperficiales que alcanzan las superficiales, llevan mayor contenido de nutrientes (fosfatos, nitratos y silicatos) y menor cantidad de oxígeno disuelto (Parés-Sierra *et al.* 1997). Una vez que se elevan hacia la zona eufótica, provocan un aumento de fitoplancton, el cual es la base de la cadena alimenticia en el océano, al promover el aumento de la biomasa de los elementos superiores de la cadena (Parés-Sierra *et al.* 1997). Por lo tanto, las zonas de surgencias en la región del Pacífico Sudcaliforniano son de gran importancia para la actividad pesquera. Entre las especies de valor comercial que destacan en esta zona se encuentran la sardina, anchoa y otras especies pelágicas (Wilkinson *et al.* 2009).

La región del Pacífico Sudcaliforniano recibe la influencia de varias corrientes y surgencias en diferentes periodos del año. En primavera y verano se presentan periodos de surgencias costeras intensas, y zonas de surgencia estacionales en la parte sur.

IV.2.1.7.8 Salinidad

Gómez y Vélez (1982) registraron salinidades de 33.4 a 33.56 UPS en la costa occidental de la península de Baja California, en la zona de transición (desde Punta Eugenia hacia el norte), y de este punto hacia el sur, en la zona de dominio ecuatorial, registraron salinidades de 33.9 a 34.54 UPS. La CC se caracteriza por una salinidad entre 33.4 y 34.6 UPS y la contracorriente, alrededor de la costa, de 34.0 a 34.8 UPS.

IV.2.1.7.9 Efectos naturales

En el océano Pacífico nororiental existe una variación interanual que se refleja en cambios de muy baja frecuencia (3-7 años) en el nivel del mar y en la temperatura superficial. Este fenómeno conocido como El Niño Oscilación Austral/Oscilación del Sur (ENOA o ENSO, por sus siglas en inglés) es de baja frecuencia pero muy alta energía, e influye prácticamente en toda la costa oriental del Pacífico (Parés-Sierra et al. 1997). El fenómeno de El Niño ocurre en latitudes bajas, sin embargo, se demostró que gran parte de la energía contenida en las bajas frecuencias de registros del nivel del mar en las costas de California y Baja California, se introducen al océano y se transmiten hacia los polos en forma de ondas costeras (Johnson y O'Brien 1990), contribuyendo significativamente a la energía total de la región (Parés-Sierra et al. 1997).

Este fenómeno es una anomalía del sistema climático del Pacífico, con efectos a nivel mundial y con una frecuencia más o menos regular (De la Lanza Espino 2001) y se caracteriza por la presencia de aguas calientes, con temperaturas por encima del promedio anual, que se extiende en los trópicos desde el océano Pacífico central hasta las costas de Sudamérica (Magaña et al. 1997). La aparición de aguas más calientes, provoca que muchas especies emigren hacia regiones con temperaturas más bajas y con más alimento, ya que el debilitamiento de los vientos, produce además la reducción de la surgencia de agua fría del fondo (Magaña et al. 1997). Por ejemplo, en el evento de El Niño ocurrido en 1982-1983, el promedio de la temperatura del mar aumentó en varios grados a lo largo de la costa occidental de Norteamérica, dando como consecuencia la alteración de la distribución y abundancia de peces e invertebrados de una manera muy marcada (Parés-Sierra et al. 1997).

Uno de los reportes más recientes de la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial, registró que las TSM para el verano de 2009 (junio-septiembre) fueron superiores en 1ºC a las normales de esta misma zona; y en el mes de octubre volvió

a producirse un calentamiento tanto en aguas superficiales como subsuperficiales (CIIFEN 2009).

Existe una vasta bibliografía sobre la presencia de este fenómeno en el OPNO, entre ellos los trabajos de Enfield y Allen (1980), y trabajos como el de Anderson y Rowlands (1976), quienes demostraron como una onda ecuatorial puede producir una onda costera, al reflejarse con la costa y transmitirse hacia los polos.

Además del fenómeno de El Niño, existe su contraparte, La Niña, que por el contrario, corresponde a la presencia de temperaturas superficiales más frías de lo normal; y que al parecer provoca eventos climáticos contrarios a lo experimentado durante el evento de El Niño (Magaña et al. 1997). Estas variaciones de la TSM pueden provocar fluctuaciones importantes del clima en el mundo entero, y que una vez que comienzan, pueden durar un año o incluso más (CIIFEN 2009).

En condiciones normales el Pacífico oriental tropical se encuentra relativamente frío y es alimentado por las surgencias o afloramientos costeros, por lo que el aire es frío y seco, con un viento predominante en dirección oeste que en su trayecto se calienta y absorbe humedad (De la Lanza Espino 2001). Una parte de este viento asciende y fluye hacia los polos formando la celda de Hadley, y la otra a la altura del ecuador, regresa al este y desciende nuevamente (circulación Walker), lo que ocasiona la Oscilación del Sur (De la Lanza Espino 2001).

IV.2.1.7.10. Ecosistemas Costeros

La zona costera mexicana es el espacio geográfico de interacción del medio acuático, el terrestre y la atmósfera constituido por *a*) una porción continental definida por 263 municipios costeros, 150 con frente de playa y 113 interiores adyacentes a estos, con influencia costera alta y media; *b*) una porción marina definida a partir de la plataforma continental delimitada por la isóbata de los –200 m, y *c*) una porción insular representada por las islas oceánicas y costeras(Lara-Lara, J.R., *et al.* 2008).

Uno de los principales Ecosistemas costeros existentes dentro del SA es el que define Lara-Lara, J.R., *et al.* 2008, Las macroalgas son productores primarios presentes en prácticamente todas las zonas costeras. Con frecuencia son la base de ecosistemas de gran importancia, particularmente en aquellas costas influenciadas por aguas frías, ricas en nutrientes (debidos a surgencias) y en cuerpos costeros semicerrados como lagunas costeras, bahías y golfos. Además de proveer biomasa vegetal, producir oxígeno y funcionar como sumideros de carbono, también proveen alimento y son hábitat de numerosas especies, algunas de gran interés comercial.

Así mismo Lara-Lara, J.R., *et al.* 2008 menciona que México es un país con una alta diversidad de macro algas marinas debido a la variedad de ambientes costeros con que cuenta. Existen al menos 55 especies de algas con un potencial comercial para el Golfo de California (GC) y un número similar para las costas del Pacífico de la Península de Baja California (PBC). El estado del conocimiento actual sobre la función de las macroalgas en el ecosistema está basado principalmente en estudios en la PBC y en la zona oeste del GC. Estas son las únicas zonas del país donde se lleva a cabo una explotación comercial de macroalgas a partir casi siempre de cuatro especies: *Macrocystis pyrifera, Gelidium robustum, Chondracantus canaliculatus* (en la PBC) y *Gracilariopsis lemaneiformis* (en el GC). Para el resto de los mares mexicanos prácticamente no existen estudios que permitan inferir su relevancia en el ecosistema. Habría que resaltar, sin embargo, que existe un esfuerzo importante por parte de científicos mexicanos para conocer, mediante estudios florísticos y taxonómicos, la presencia de macroalgas.

La costa de la PBC está dominada por la presencia de grandes mantos de algas pardas conocidos como “bosques de sargazos”, que han sido el enfoque de estudios de investigación desde los años cincuenta del siglo pasado. Estos mantos están principalmente constituidos por *Macrocystis pyrifera,* que por lo común rebasa los 30 m de longitud; con una de las tasas de crecimiento más altas en el mundo para un productor primario, forma un ecosistema extremadamente diverso. Existen otros

sargazos menores que habitan a su sombra, de igual relevancia pero menos estudiados, además de un número considerable de otras algas y animales.

La estructura de estos ecosistemas está influenciada por surgencias, tormentas, herbivoría (principalmente erizos), por fenómenos de alta frecuencia como la marea y ondas internas, y por fenómenos climáticos de baja frecuencia, que afectan la temperatura y los nutrientes, como El Niño. La biomasa de *Macrocystis pyrifera*, estimada en alrededor de 100,000 ton., húmedas puede reducirse hasta en un 90% por efectos de El Niño. Aparte de la cosecha sustentable de algas, de este ecosistema también se cosechan organismos bentónicos de gran interés comercial, como el abulón, el erizo, el caracol, la langosta y el pepino de mar. Cabe mencionar que esta alga (*Macrocystis pyrifera)* es la más representativa del área en cuestión.

El hecho de que el GC sea un cuerpo costero semicerrado acentúa la influencia ecológica de las macroalgas que habitan ambas costas, la peninsular y la continental, además de la costa insular. Solo se cuenta con estudios de la costa occidental del Golfo sobre la flora marina desde el punto de vista funcional. Los estudios sobre las biomasas de algas en el GC demuestran que son tan grandes como en la PBC, pero en este caso su presencia tiene una estacionalidad muy fuerte pues la mayoría de las plantas muere a finales del verano, cuando las aguas el Golfo alcanzan su máxima temperatura. Destacan las altas biomasas de los mantos de las especies de *Sargassum* presentes a lo largo del Golfo, que alcanzan, en su conjunto, valores de alrededor de 150 000 ton húmedas.

La mayoría de esta biomasa termina en las playas en forma de arribazones. Con excepción de la tortuga marina, no se observan herbívoros importantes sobre las algas. Algunos estudios demuestran que varias especies endémicas, como *Eucheuma uncinatum y Chondracantus scuarrulosus*, tienen altas tasas de productividad y crecimiento. Las estimaciones de biomasa de las principales especies capaces de formar mantos sobre la costa occidental del GC permiten inferir que las macroalgas actúan como sumidero de al menos 20,000 ton., de

carbono durante la primavera, cuando se alcanzan las mayores biomasas. Valores similares podrían suponerse para la costa oriental del GC o el Pacífico tropical mexicano, pero no existen estudios que lo comprueben. Y aunque en el GC también existen especies bentónicas importantes comercialmente, como el pepino de mar, la langosta y varios bivalvos, se desconoce el papel de las algas sobre estos recursos.

Las costas de la PBC y el GC se reconocen en el ámbito mundial por su riqueza de macroalgas. Para las costas del Pacífico tropical, el Caribe y el Golfo de México, no se tienen suficientes estudios para evaluar la importancia que las macroalgas tengan en el ecosistema. Sin embargo, es de esperar que los complejos lagunares grandes, como Laguna Madre, Laguna de Términos y la zona costera del Golfo de Tehuantepec, presenten grandes concentraciones de macroalgas con un potencial aprovechable y un papel significativo en el saneamiento (por medio de la remoción de nutrientes) de sus aguas (SAGARPA, 2012).

IV.2.2 Medio biótico.

IV.2.2.1 Vegetación terrestre y/o acuática.

Para especificar los diferentes tipos de especies vegetales presentes del proyecto y en áreas limítrofes, se realizaron visitas de campo y se consultó bibliografía especializada. Durante las visitas se realizó un recorrido tanto dentro de las instalaciones de la PTAR como del trazo por donde ira el emisor en la parte terrestre, así mismo se realizó un recorrido sobre la playa para identificar la ZOFEMATAC, el ecosistema costero presente y reconocimiento del lecho marino para reconocimiento de la flora y fauna marina sobre el trazo donde se instalara el emisor con descarga subacuática.

De la misma forma se visitaron otros sitios de interés con la finalidad de definir en el entorno los tipos de vegetación dominantes; asimismo ya que no se encuentran arboles de tendencia forestal no se requerirá de cambio de uso de suelo, y si por

motivos de algún existiera algún cambio en el proyecto se hará la notificación pertinente a la Secretaria.

Se consultó la información cartográfica disponible del INEGI, en cuanto a cartas de uso de uso de suelo y vegetación (anexo 3), y se realizó la verificación en campo, obteniendo que la vegetación y usos del suelo que existen a lo largo del trazo y en zonas adyacentes a éste son:

- Zona urbana
- Matorral costero
- Vegetación secundaria arbustiva
- Zona costera

Flora terrestre

Con lo que respecta a la zona de los trabajos que se reduce a la PTAR y el costado poniente de esta donde pasara el emisor, debido a que se encuentra perturbada en distintos grados, se ha establecido como un mosaico de vegetación en distintos niveles de conservación, presentándose en las zonas más conservadas y de mayor extensión. Tijuana pertenece a la región fitogeográfica californiana o mediterránea, que comparte con la parte sur de California. Las comunidades vegetales más representativas en esta región son matorral costero, chaparral y vegetación riparia.

Matorral costero. Este tipo de vegetación prolifera en terrenos inhabitados confinados en sitios secos, con una notable influencia, sin embargo, de la brisa marina, de suelos poco profundos o de sustratos granosos o arenas bien drenadas. Cabe señalar que esta vegetación es más vulnerable al desplazamiento por urbanización que el resto de los ecosistemas, particularmente por el proceso de conurbación que se está desarrollando en la porción costera de los municipios de Tijuana y Playas de Rosarito. Entre las especies más comunes de este tipo de vegetación se tiene: “alcanfotilla” *(Artemisia californica),* “casa de indio” *(Lotus scoparius),* “bisnaga de la costa” *(Ferocactus viridescens),* “valeriana” *(Eriogonum fasciculatum),* “flor de mayo” *(Viguiera lacinata)* y “hierba del vaso” *(Encelia*

californica), así como variedades del tipo semisuculento *(Euphorbia misera*) y suculento de la familia cactácea, como *Opuntia parryi, O. littoralis, O. choya, Myrilocactus cochall*, *Mammillaria dioica* y también a manera de roseta como *Agave shawii* y *Dudleya sp.*

En este espacio las políticas de protección y conservación se requieren de forma urgente debido a las velocidades de cambio de uso de suelo y la relictualidad de los ecosistemas, principalmente en los cañones y las zonas con altas pendientes, donde los costos económicos para la dotación de servicios y equipamiento urbano se encarecen. *Chaparral.* Este tipo de vegetación prolifera a una altitud de 400 a 800 metros, pero puede descender hasta cerca del nivel del mar, donde las laderas escarpadas con cara al norte alcanzan los climas frescos costeros, con condiciones climáticas de tipo mediterráneo. Entre las especies más comunes se encuentran *Adenostoma fasciculatum,* la "hierba del pasmo" *(Adenostoma sparsifolium), Ceanothus sp*; *Arctostaphylos sp y Quercus spp,* tierra adentro y con exposición al norte en las cadenas cercanas a la costa y a las elevaciones más altas. Otros componentes son el "ramón" *(Cercocarpus spp),* el "toyón" *(Heteromeles arbustifolia)* y la "yuca" *(Yuca whipplei).* La composición de las especies de chaparral varía con la elevación y la orientación de la pendiente.

Muchas especies comunes en California tienen sólo distribución local en Baja California, entre ellas la "manzanita" *(Artostaphylos bolensis),* recientemente descubierta en el lado este del Cerro Bola, con una superficie relativamente reducida. Esta planta es la única conocida de esta especie en Baja California. El otro caso es el ciprés *(Cupressus forbessi)*, que se encuentra confinado en la cima y en las cañadas escarpadas de los cerros El Yuma y Cerro Grande, al este de la mancha urbana.

En cuanto a la cobertura y distribución histórica, esta vegetación es la más conservada, debido a que se encuentra sobre terrenos con altas pendientes y cotas elevadas. Sin embargo, en estas zonas predominan las actividades agropecuarias,

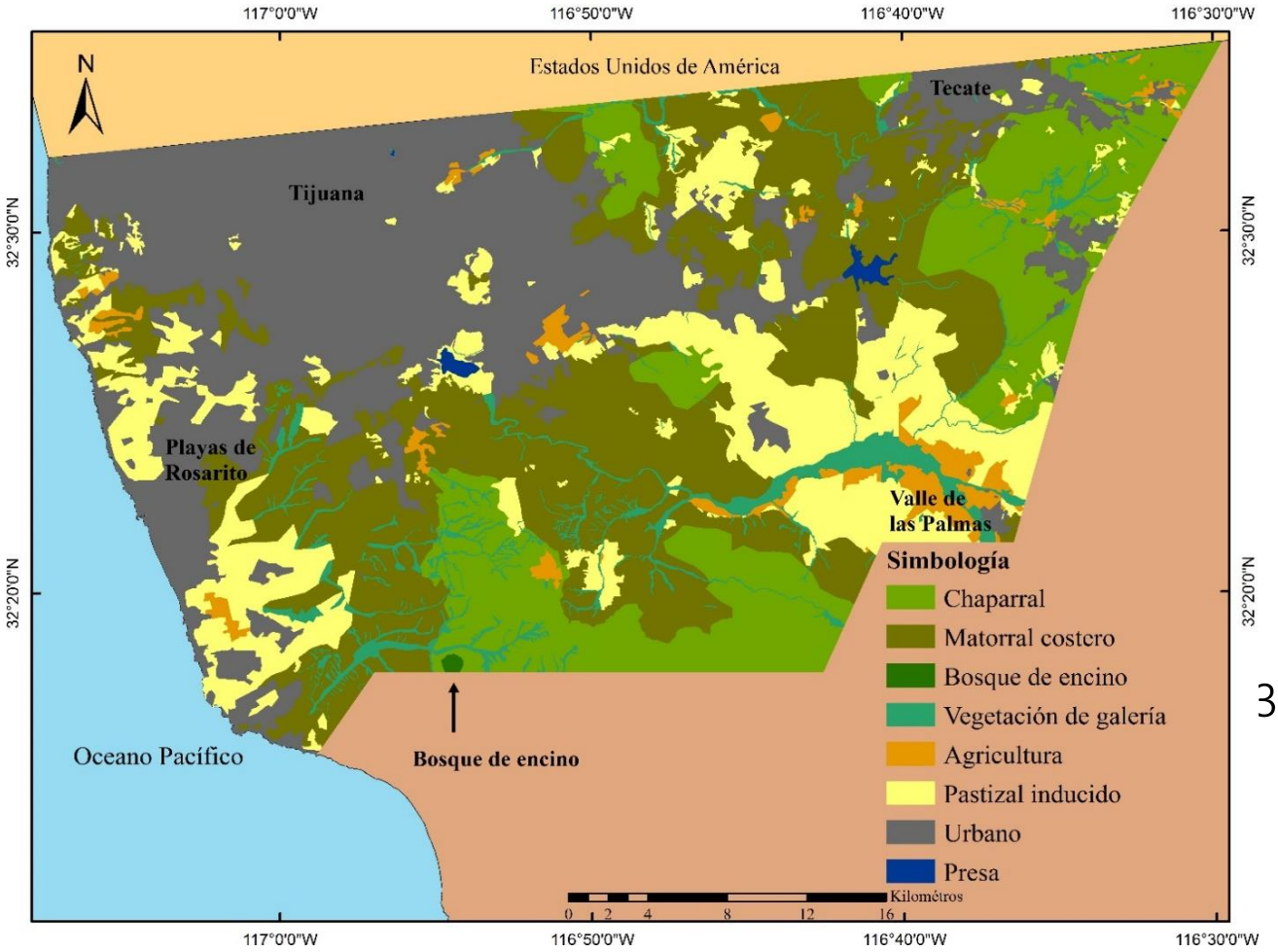
donde frecuentemente se realizan quemas para renuevo de pastizales y de paso se queman “accidentalmente” áreas con otro tipo de vegetación. Otra situación que desfavorece la supervivencia de esta vegetación es la constante apertura de brechas y vías de acceso hacia los ranchos ganaderos, en la parte rural del municipio, lo que origina una fragmentación continua de este ecosistema.

Vegetación riparia. Los bosques riparios (vegetación de galería) principalmente se presentan en los cauces de arroyos y escorrentías temporales, donde la presencia de humedad es imprescindible para su supervivencia y estabilidad como ecosistema. Las especies más comunes de estos espacios son *Platanus racemosa, Populus fremontii, Salix sp,* y varias especies de *Quercus.*

Actualmente, estos ecosistemas riparios son invadidos por especies exóticas, incluyendo *Ecucalyptus spp., Erithrina sp.,* o bien *Tamarix sp.,* que desplazan a las especies nativas, sobre todo en las cercanías de la mancha urbana. Tal es el caso de los arroyos Alamar, Matanuco y El Florido, que se encuentran en estado crítico de conservación. Sin embargo, históricamente la principal contribución de dichos ecosistemas ha sido la recarga de acuíferos. En el área rural (zona sureste del municipio), grandes porciones de bosques riparios están desapareciendo por efecto del establecimiento de ranchos ganaderos, acelerando con ello el proceso de destrucción de estos ambientes. Las especies de esta vegetación han sido usadas en la construcción de viviendas, combustibles (leña y carbón) y postes para cercos, etc. Asimismo, las partes de mayor concentración de humedad han sido removidas para la realización de represas y acumulación de agua para el ganado.

Las áreas riparias son particularmente importantes para la conservación de la biodiversidad, ya que un gran número de especies animales depende de ellas como una fuente de agua o como hábitat y en ella confluyen una considerable cantidad de especies de aves, mamíferos, reptiles, etc., de manera que estos sitios son considerados como corredores y conectividades entre diferentes espacios de

distribución y migración regional de la fauna (Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana B. C. 2002-2025).



Fuente: Ochoa-Ojeda 2017.

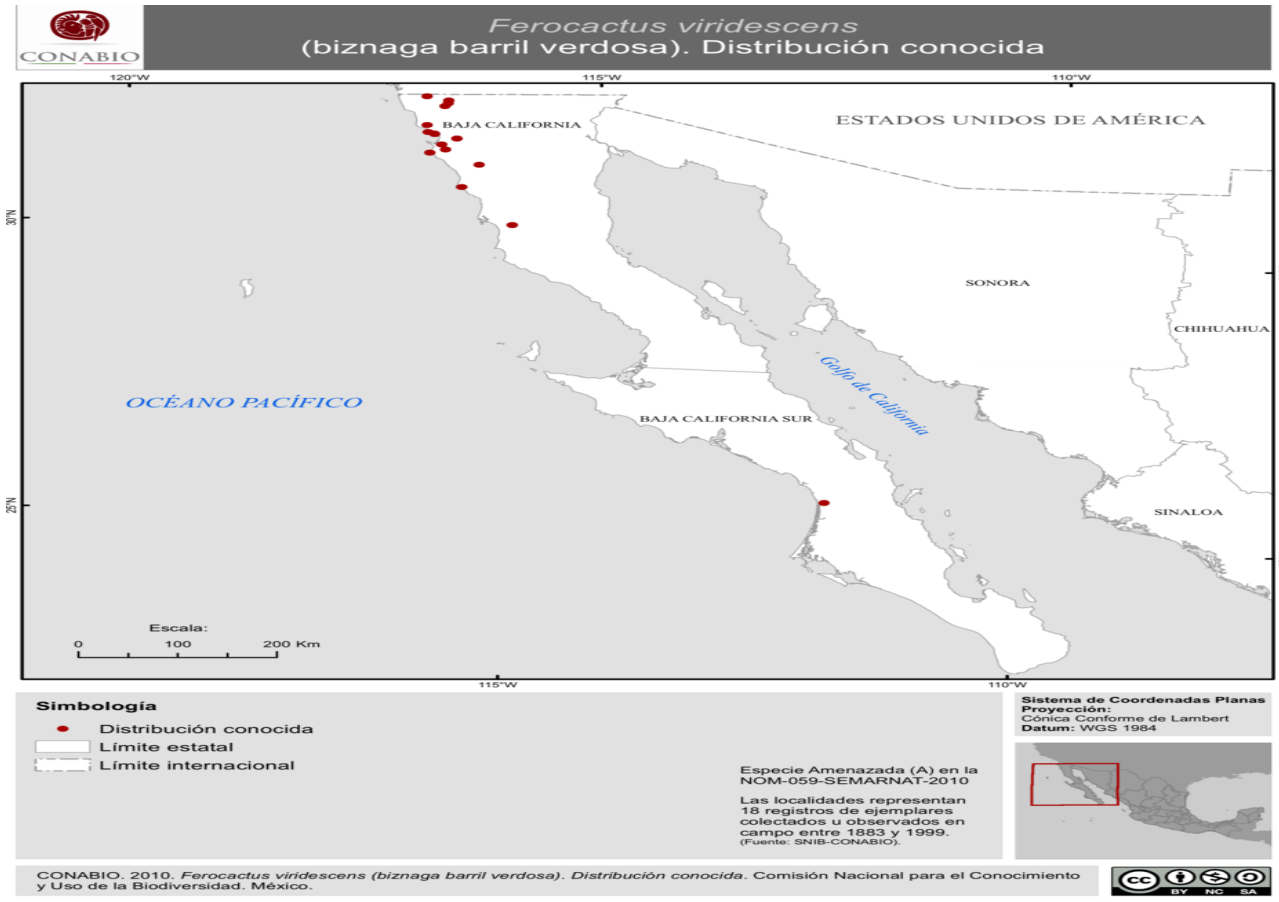
Especies de interés comercial.

De acuerdo con las listas "CITES" (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora – Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas*), en el área de los trabajos de rehabilitación, ampliación, sustitución de la PTAR y trazo del emisor con descarga subacuática no se encontró la existencia de especies de uso comercial.

Vegetación endémica y/o en peligro de extinción.

Las especies listadas en el apartado correspondiente a vegetación se cotejó con las que aparecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010,

Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Se encontró que la única especie que se comparte es *(Ferocactus viridescens)* Biznaga barril verdoso, que aparece en la categoría de Especie amenazada, si bien este organismo está dentro del SA no se encuentra dentro de la zona donde se llevaran a cabo los trabajos, por lo que no se verá afectada su población.



Distribución de *(Ferocactus viridescens)* Biznaga barril verdoso según la CONABIO.

Flora acuática

Ya se mencionó está en el apartado IV.2.1.7.10.

Se presenta lista de todas las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para el estado de Baja California de las cuales ninguna es dentro del SA.

Especie	Nombre común	Estatus
Abies concolor	*Oyamel de California*	*Pr*
Amoreuxia palmatifida	Saiya	*Pr*
Brahea edulis	*Palma de Guadalupe*	*Pr*
Conocarpus erectus	Botoncillo	*Pr*
Cupressus forbesii	*Ciprés negro*	*Pr*
Cupressus montana	*Ciprés rugoso*	*Pr*
Echinocereus lindsayi	*Órgano-pequeño de Jaraguay*	*P*
Ferocactus acanthodes	Cactus espinas rojas	*Pr*
Ferocactus viridescens	*Biznaga-barril verdosa*	*Pr*
Garrya grises Pr Juniperus californica	*Enebro de California*	*Pr*
Lemna trisulca	Lenteja de agua	*Pr*
Libocedrus decurrens	Cedro	*A*
Lilium parryi	Azucena	*A*
Lophocereus schottii	*Senita*	*Pr*
Mammillaria angelensis	*Biznaga angelina*	*Pr*
Mammillaria blossfeldiana	*Biznaga de Blossfeld*	*Pr*
Mammillaria goodridgei	*Biznaga de Palmer*	*Pr*
Olneya tesota	Palo Fierro	*Pr*
Opuntia rosarica	*Cholla tasajo del Rosario*	*Pr*
Pinus attenuata	Pino el dorado	*Pr*
Pinus quadrifolia	*Piñón de California*	*Pr*
Pinus contorta	*Pino de San Pedro Mártir*	*Pr*
Pinus coulteri	*Pino de brea*	*Pr*
Pinus edulis	*Piñón de Colorado*	*Pr*

Pinus jeffreyi	*Pino negro*	*Pr*
Pinus monophylla	*Pinón simple*	*Pr*
Pinus muricata	*Pino peninsular*	*P*
Rhizophora mangle	mangle	*Pr*

IV.2.2.2 Fauna terrestre y/o acuática de la zona.

Los estudios sobre la fauna localizada en Tijuana no son abundantes, y hasta donde se sabe hay una carencia de estudios específicos para determinar número, tipo y dinámica de las poblaciones y especies existentes. En cuanto a La fauna costera identificada incluye 448 especies, entre ellas nueve anfibios, 19 peces, 24 reptiles, 145 aves, 31 mamíferos y 220 invertebrados (una especie endémica, cuatro en peligro de extinción, 83 migratorias, 17 vulnerables, 29 cinegéticas, 14 comestibles, seis como carnada, 119 de interés recreativo y/o educativo, dos de interés medicinal, 85 de interés científico, una de ornato y nueve especies clave.

Para el área adyacente al corredor costero Tijuana-Ensenada se han reportado 524 especies de peces, entre los que destacan tiburón, sardina, anchoveta, sierra, cabrilla y lenguado; asimismo, se han registrado seis especies de mamíferos, como ballena gris, delfines, focas, elefantes y lobos marinos.

Dentro del centro de población se identifican algunas tierras naturales que han sido reconocidos como parte de corredores biológicos en donde se refiere la existencia de especies como la *Zenaida macroura*, el *Pipilo crisalis*, la *Calipepla californica*, *Crotalus rube*, *Phrynosoma coronatum*, *Ususaurus occidentalis*, entre otras.

Entre las especies que se han observado en las zonas no urbanas del municipio se encuentran coyote *(Canis latrans),* zorra *(Vulpes macrotis),* rata canguro *(Cipodomys sp.),* gato montés *(Linx sp.),* ardillas, víbora de cascabel *(Crotalus spp.),* entre otros. Dichos organismos presentan características típicas de adaptación a climas semidesérticos, como el de la región de estudio. En los humedales se localizan peces y anfibios, así como aves reproductoras, migrantes o invernales.

De acuerdo con lo señalado en el PMDU T 2009-2030, se pueden identificar tres grandes corredores biológicos con la mayor conectividad y afluencia de grandes vertebrados terrestres:

a) Corredor La Misión-El Tigre-Valle de Guadalupe, el cual establece sus vecindades en las formaciones montañosas del Cerro Gordo, se le considera uno de los corredores mejor conservados.

b) Corredor Este que enlaza a los cerros Grande y El Carmelo con esbozos de lomeríos de la Sierra Juárez.

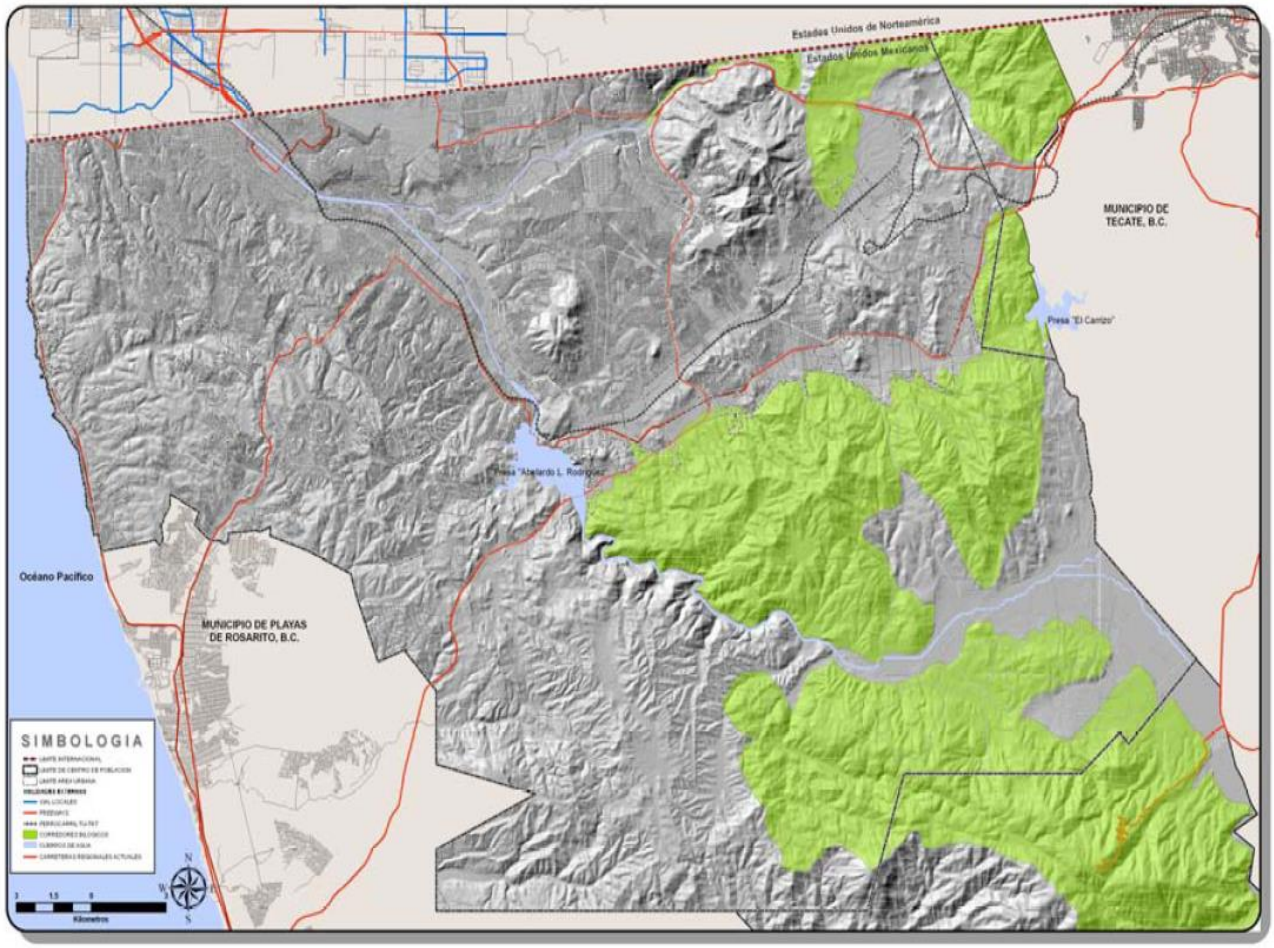
c) Corredor Norte asociado con las formaciones montañosas de Sierra Nevada, abarcando el norte del estado de Baja California y el sur del Estado de California.

Dicho Plan señala que los corredores biológicos de mayor importancia provienen desde la cordillera norte en Estados Unidos hasta la Sierra de Juárez, pasando por los lomeríos de Valle de las Palmas, La Misión, el Tigre y Valle de Guadalupe.

Otro elemento que se cataloga dentro del concepto de corredores faunísticos, son las vías pecuarias, que son un elemento importante a conservar, ya que estas permiten interconectar espacios ambientalmente valiosos, garantizando el intercambio genético y repoblación de áreas silvestres, además de servir a la localización de usos recreativos de carácter Ecoturísticos.

En Tijuana, no existe un registro formal con deslinde que reconozca su existencia e importancia, haciéndose necesaria una reglamentación que las defina y las proteja.

A nivel municipal no existen áreas naturales declaradas formalmente para la conservación o preservación ecológica; sin embargo, en los programas de desarrollo urbano se reconocen estos espacios y se establecen políticas para su conservación y protección con miras a su designación formal y la elaboración de otros instrumentos requeridos.



Corredores biológicos Fuente: IMPLAN, 2008.

En el contexto ecológico regional, la conservación de ecosistemas y corredores transfronterizos es un reto y a la vez una oportunidad, los puntos de vista contrapuestos respecto a los objetivos y prioridades de conservación tanto como las diferencias en la capacidad de gestión, son retos que deben examinarse para entender los beneficios de la conservación y promover la preservación de estas áreas tanto de carácter local como transfronterizas. La conformación de la Iniciativa Binacional de Conservación de las Californias, es un ejemplo de oportunidades y mecanismos que se están explorando para ampliar y mejorar la colaboración entre organizaciones estadounidenses y mexicanas en torno a la conservación del paisaje, la biodiversidad y planificación sostenible de uso de tierra en la frontera, en

una escala más cercana a nuestras necesidades locales (Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana B. C. 2010-2030).

Especies de valor comercial.

Las especies de valor comercial son generalmente las marinas, como la anchoveta, lenguado, sardina, abulón, el erizo, el caracol, la langosta y el pepino de mar. etc., no existen especies de vida silvestre como anfibios, reptiles, aves y mamíferos terrestres con interés comercial. Aunque si son cazados de forma ilegal.

Especies de interés cinegético.

El 3 de Julio de 2000 fue derogado el Calendario de Aprovechamiento Cinegético de acuerdo a los estatutos marcados en la Ley General de Vida Silvestre; por lo que en las zonas del proyecto no se permite el aprovechamiento cinegético (colectas, caza o captura) de fauna silvestre. Este aprovechamiento sólo se permite en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA´S), mismas que no existen cercanas a la zona de los trabajos.

Especies amenazada o en peligro de extinción.

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, establece las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, así como la lista de especies en riesgo. En la siguiente Tabla se presentan algunas de las especies y subespecies de la flora y fauna del ***Estado de Baja California*** en categoría de riesgo de acuerdo a la citada norma, donde las claves que son utilizadas para identificar la categoría de riesgo de las distintas especies y subespecies son las siguientes: (E): probablemente extinta en el medio silvestre; (P): en peligro de extinción; (A): amenazada y (Pr): sujeta a protección especial.

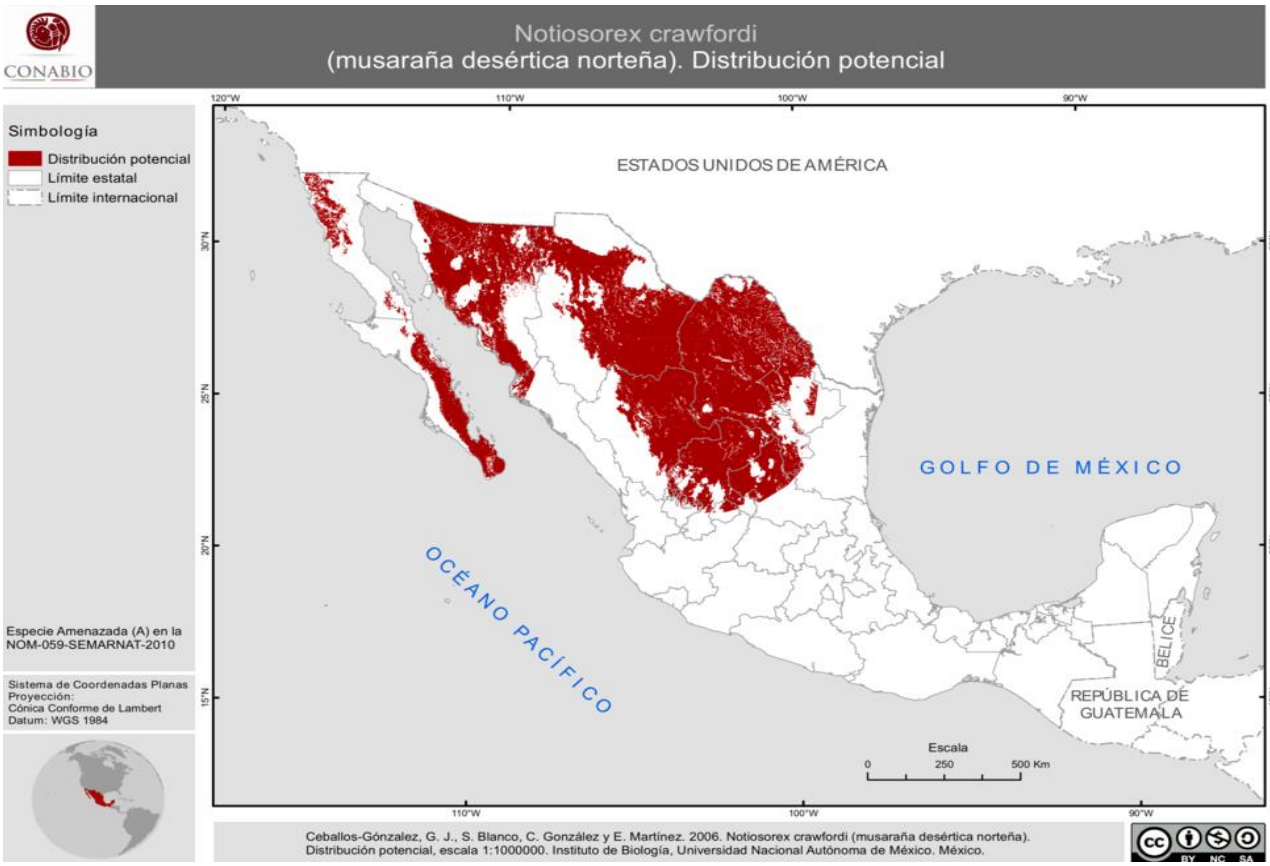
Especie	Nombre común	Estatus
PECES		
Carcharodon carcharías	*Tiburón blanco*	*A*
Cetorhinus maxímus	*Tiburón peregrino*	*A*
Chromís limbaughi	*Damisela azul y amarillo*	*o*
Gasterosteus aculeatus	*Espinocho*	*Pr*
Lampetra tridentata	*Lamprea del Pacífico*	*A*
Oncorhynchus myskiss	*Trucha de san Pedro Mártir*	*Pr*
Pomacanthus zonipectus	*Ángel Cortés*	*Pr*
Rhincodon typus	*Tiburón ballena*	*A*
Totoaba macdonaldi	*Totoaba*	*A*
REPTILES		
Crotalus atrox	*Víbora de cascabel*	*Pr*
Crotalus cerastes	*Víbora de cascabel*	*Pr*
Crotalus enyo	*Víbora de cascabel*	*A*
Crotalus mitchelli	*Víbora de cascabel*	*Pr*
Crotalus viridis	*Víbora de cascabel*	*Pr*
Crotalus viridis eliert	*Víbora de cascabel*	*Pr*
Thamnophis elegans	*Culebra-listonada elegante*	*A*
Thamnophis hammondi	*Culebra-listonada dos rayas*	*A*
INVERTEBRADOS		
Tivela stultorum	*Almeja Pismo*	*Pr*

Especie	Nombre común	Estatus
AVES		
Accipiter striatus	*Gavilán pecho rufo*	*Pr*
Ardea herodias	*Garza morena*	*Pr*

Buteo jamaicensis	*Aguililla cola roja*	*P*
Caracara plancus lutosus	*Caracara quebranta-huesos*	*E*
Contopus sordidulus peninsulae	*Pibí de La Laguna*	*Pr*
Haliaeetus leucocephalus	*Águila cabeza blanca*	*P*
Micrathene whitneyi graysoni	*Tecolote enano*	*E*
Parabuteo unicinctus	*Aguililla rojinegra*	*Pr*
Rallus longirostris levipes	*Rascón picudo californiano*	*P*
Sphoyrapicus thyroidus	*Carpintero de Williamson*	*Pr*
Strix occidentales	*Búho moteado*	*A*
MAMIFEROS		
Antilocapra americana	*Berrendo*	*Pr*
Arctocephalus townsendi	*Foca de Guadalupe*	*P*
Balaenoptera edeni	*Ballena de Bryde*	*Pr*
Balaenoptera musculus	*Ballena azul*	*Pr*
Bassariscus astutus insulicola	*Cacomixtle norteño*	*A*
Chaetodipus baileyi insularis	*Ratón-de abazones*	*Pr*
Delphinus delphis	*Delfín común de rostro corto*	*Pr*
Delphinus capensis	*Delfín común de rostro largo*	*Pr*
Eschrichtius robustus	*Ballena gris*	*Pr*
Leptonycteris curasoae	*Murciélago-hocicudo curazao*	*A*
Lepus californicus deserticota	*Liebre cola negra*	*Pr*
Lepus californicus	*Liebre cola negra*	*Pr*

magdalenae		
Mirounga angustirostris	*Elefante marino*	*A*
Microtus californicus	*Meteoro de California*	*P*
Myotis evotis evotis	*Miotis oreja larga*	*Pr*
Myotis vivesi	*Miotis pescador*	*P*
Neotoma lepida abbreviata	*Rata-cambalachera desértica*	*A*
Notiosorex crawfordi	*Musaraña-desértica norteña*	*A*
Ovis canadiensis cremnobates	*Borrego cimarrón*	*Pr*
Odocoileus hemionus cerrosensis	*Bura de isla cedros*	*A*
Peromyscus eremicus cinereus	*Ratón de cactus*	*A*
Peromyscus eremicus cedrosensis	*Ratón de cactus*	*A*
Peromyscus eremicus insulicola	*Ratón de cactus*	*A*
Phocoena sinus	*Vaquita*	*P*
Phocoenoides dalli	*Marsopa de dall*	*Pr*
Scapanus latimatus	*Topo pata ancha*	*A*
Sylvilagus bachmani cerrosensis	*Conejo matorralero*	*Pr*
Tamiasciurus mearnsi	*Ardilla de San Pedro Mártir*	*A*
Taxidea taxu	*Tlalcoyote*	*A*
Zalophus californianus	*Lobo marino californiano*	*Pr*

AQUÍ CABE HACER NUEVAMENTE MENCIÓN QUE DE TODAS ESTAS ESPECIE CATALOGADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010, ÚNICAMENTE EN LA BIBLIOGRAFÍA SE ENCONTRÓ DENTRO DEL SA *(notiosorex crawfordi) MUSARAÑA DESÉRTICA NORTEÑA, AUNQUE EN LAS VISITAS DE CAMPO ESTA NO FUE VISTA O SE ENCONTRARA ALGÚN INDICIO DE SU EXISTENCIA DENTRO DEL TRAZO DE PROYECTO, POR LO QUE PODEMOS MENCINAR QUE* ***NINGUN ORGANISMO SERÁ AFECTADA DIRECTAMENTE POR EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN, AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA PTAR, ASÍ COMO POR LA INSTALACIÓN DEL EMISOR CON DESCARGA SUBACUÁTICA, SOLAMENTE SE TENDRÁ CUIDADO Y SE PROCEDERÁ A REALIZAR PROTOCOLOS PARA LOS MAMÍFEROS MARINOS A LA HORA QUE SE HA INSTALADO EL EMISOR EN EL MAR.***



Distribución de *notiosorex crawfordi) musaraña desértica norteña, según la CONABIO.*

Fauna marina

La biota marina es muy diversa en esta zona, el inventario de especies y/o familias que se enuncian de acuerdo a los reportes de volúmenes de producción registrados por los permisionarios de la pesca comercial y los reportes de pescadores rivereños de la localidad siendo entre otras las más importantes, emitidos por la Secretaría de Pesca Y Acuacultura del Estado.

INVERTEBRADOS	NOMBRE CIENTÍFICO
abulón	*Haliotis tuberculata*
almeja	*Tapes decussata*
generosa	*Panopea generosa*
camarón	*Penaeus sp.*
erizo de mar	*Paracentrotus lividus*
pepino de mar	*Parastichopus parvimensis*
langosta	*Panulirus interruptus*
PECES	
atún aleta azul	*Thunnus thynnus*
albacora	*Thunnus alalunga*
barracuda	*Sphyraena barracuda*
barrilete	*Katsuwonus pelamis*
bonito	*Sarda sarda*
curvina	*Argyrosomus regius*
dorado	*Salminus brasiliensis*
jurel	*rachurus murphyi*
Picudo (marlín)	*Makaira Mazara*
rocot	*Sebastes miniatus*
pargo	*Pagrus pagrus*
mero	***Epinephelus marginatus***
lenguado	*Solea solea*

cabrilla	*Serranus cabrilla*
vieja	*Sparisoma cretense*
Tiburón blanco	*Carcharodon carcharías*
Tiburón peregrino	*Cetorhinus maxímus*
Damisela azul y amarillo	*Chromís limbaughi*
Lamprea del Pacífico	*Lampetra tridentata*
Ángel Cortés	*Pomacanthus zonipectus*
Tiburón ballena	*Rhincodon typus*

En cuanto a mamíferos marinos podemos encontrar tanto de paso como fijos en el Estado:

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Ballena gris	*Eschrichtius robustus*
Nutria marina	*Enhydra lutris*
Oso marino	*Arctocepphalus pusillus*
Foca común	*Phoca vitulina*
Elefante marino	*Mirounga angustirostris*
Delfín nariz de botella	*Tursiops truncatus*

Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción.

Se observa que la fauna originaria de estas regiones ha sufrido una fuerte reducción de su hábitat, debido a las transformaciones antropogénicos de constante presencia en la zona, lo cual ha repercutido drásticamente en la abundancia y densidad de las especies animales presentes en el área por lo que su observación es ocasional o muy escasa a excepción de los órdenes rodentia (roedores), quiróptera (mamíferos voladores) y paseriformes (aves).

En la zona del proyecto existe presencia de especies animales que poseen valor estético. Cabe mencionar que para poder manejar datos confiables en cuanto a la

distribución y abundancia de las especies presentes en el área del proyecto es imprescindible hacer estudios científicos puntuales.

IV.2.3 Aspectos socioeconómicos.

IV.2.3.1 Contexto regional.

El propósito es analizar de qué manera se relacionan con su entorno las comunidades humanas asentadas en el área de estudio del proyecto. Dicho análisis permitirá conocer los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales. A la vez, se identificarán los elementos relevantes que, de verse modificados por el proyecto, afectarían la distribución y abundancia de la población, la forma de aprovechamiento de los recursos naturales, los servicios ambientales que determinarán la calidad de vida, así como las costumbres y tradiciones.

Regiones económicas de las localidades involucradas y distribución.

El área de estudio del proyecto comprende únicamente el municipio de Tijuana, Baja California, que es el único directamente relacionado con el área de estudio.

Tipo de centro de población.

El sistema de centros de población del área de estudio está conformado por un conjunto de poblaciones de distinto rango, por las relaciones (interacciones e interrelaciones) que entre ellas se dan y por las áreas de influencia definidas para cada lugar.

La estructura y el funcionamiento del sistema tienen una manifestación espacial diferenciada, ya que la organización y el grado de integración del mismo es desigual en cada una de las zonas. Para definir la estructura urbana se consideraron a los municipios de la zona de estudio de acuerdo con el tamaño de población y el grado de atracción que ejercen y por las funciones que desempeñan.

La localidad involucrada en el proyecto se vincula mediante redes. Tales redes conforman la estructura del sistema de municipal, ya que con mayor o menor intensidad, cada punto del territorio se integra e interrelaciona con otros de jerarquía superior o inferior.

Demografía, Aspectos sociales, Aspectos económicos y Principales actividades productivas, Agricultura, Ganadería, Silvicultura, Industria.

Conforme al Plan Municipal de Desarrollo 201-2019, se describen los aspectos más relevantes plateados este documento que son:

El municipio de Tijuana se localiza en el Noroeste del Estado de Baja California. Cuenta con una superficie territorial de 123,863.37 hectáreas que representan el 1.7% de la superficie total estatal y el 0.062% de la superficie nacional. De acuerdo con cifras oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2015 concentró una población de 1,641,570 habitantes, que lo ubica como el tercer municipio más habitado del país correspondiente al 49.5% de la población estatal.

Al Norte, en una extensión de 41 kilómetros colinda con el Condado de San Diego, California (Estados Unidos de América); al Sur con los municipios de Playas de Rosarito y Ensenada; al Este con el municipio de Tecate y al Oeste con el Océano Pacífico en una línea de Costa de 15.12 kilómetros de extensión.

La localización del municipio favorece los vínculos o relaciones de inversiones económico- productivas con países como Japón, China y Corea del Sur, además de la vinculación directa con California, Estado que hasta Junio de 2016 se ubicaba como la sexta mayor economía del mundo según cifras del Departamento de Finanzas del propio Estado; esta cercanía resulta ser a su vez motor impulsor para que Tijuana sea municipio receptor de población migrante.

El municipio de Tijuana, se distingue de otros municipios por su posición geográfica y condiciones físicas del territorio particulares que han moldeado el proceso de

ocupación y crecimiento urbano, presenta distintos relieves que van desde sierras altas, lomeríos, mesetas y valles aluviales como el del Río Tijuana, que constituyen una topografía irregular con pendientes abruptas, moderadas y suaves, que favorecen la presencia de variados microclimas que en promedio determinan una temperatura que oscila de los 18 a los 25°C que hacen muy tolerable el clima de Tijuana. Las sierras altas, concentran los espacios naturales que cuentan con diversos ecosistemas y componentes florístico-faunísticos, que ofrecen bienes y servicios ambientales importantes para la ciudad y su zona metropolitana. Las elevaciones más importantes de Tijuana contienen recursos importantes para su conservación, que actualmente cobran relevancia dada la tendencia hacia condiciones de sequía.

Como resultado de sus condiciones físicas, Tijuana presenta diversas microcuencas hidrológicas que dan muestra de un alto índice de escurrimiento; hacia la parte central del área urbana se ubica el Valle aluvial del Río Tijuana que se extiende desde la zona centro de la ciudad hasta el Cerro Colorado con una extensión aproximada de 10km2; actualmente esta zona alberga la mayor infraestructura de servicios urbanos del municipio.

Cabecera	Latitud Norte		Latitud Oeste		Altitud
	Grados	Min.	Grados	Min.	msnm
Tijuana	32	32	117	3	20

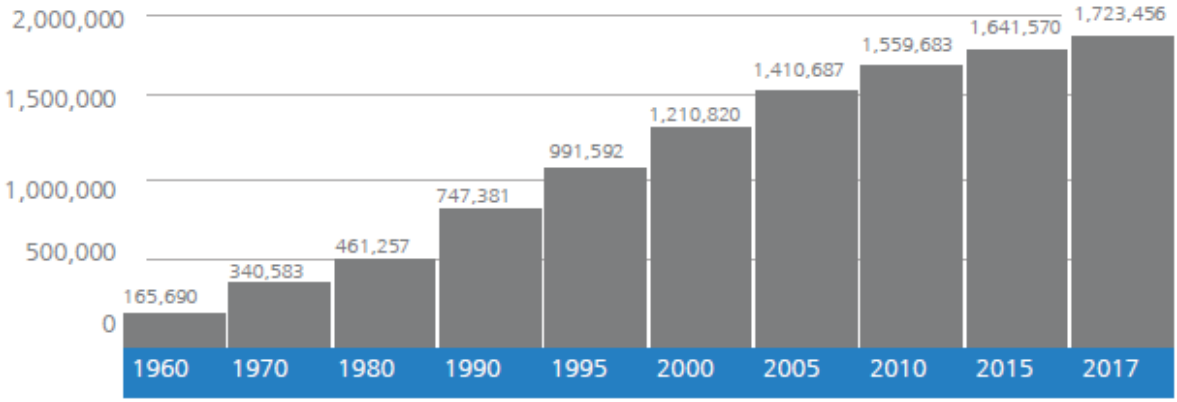
Aspectos socioeconómicos

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en 2015 México registró una población de 119, 530,753 habitantes, de los cuales el 48.7% correspondía a hombres y el 51.53% a mujeres. Baja California registró una población de 3, 315,766 habitantes lo que representó el 2.77% del total nacional. Por su parte el municipio de Tijuana contabilizó una población de 1, 641,570 habitantes representando el 1.3% de la población total nacional,

ubicándose como uno de los municipios más habitados del país. La población del municipio en 2015 se integraba por 816,738 hombres (49.75%) y 824,832 mujeres (50.25%). Para el 2017 se estima la existencia de 1, 723,456 habitantes en Tijuana.

De acuerdo con el INEGI, durante el periodo de 1990 a 2017 se registró un incremento absoluto de 976,075 habitantes, representando una tasa media de crecimiento anual de 2.3%, influida entre otros aspectos por la oferta laboral que a inicios del periodo emergía en la ciudad derivado del establecimiento de industrias maquiladoras.

Tendencia de crecimiento poblacional del municipio de Tijuana



Fuente: IMPLAN, con base en los Censos Generales de Población y Vivienda 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010; Conteo de Población y Vivienda 1995 y 2005, y Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

En el periodo de 2010 al 2017 la población de Tijuana se incrementó en 163,773 habitantes, es decir, una tasa media de crecimiento de 1.43%. Dicho crecimiento se orientó hacia las localidades periféricas, integrándose paulatinamente al área urbana de Tijuana.

Las características predominantemente urbanas del municipio de Tijuana resaltan al analizar su distribución por tipo de localidad. En el municipio el 99.9% de sus residentes se encuentran en localidades urbanas ocupando el 22.03% de su superficie territorial, mientras que en Tecate y Playas de Rosarito los porcentajes

de residentes urbanos son 79.22 y 87.94% respectivamente, ocupando el 1.16 y 6.58% de su correspondiente superficie municipal. Estos datos confieren validez al papel que desempeña cada municipio en el proceso de conurbación y metropolización, Tijuana como principal impulsor del crecimiento urbano consume su territorio y genera presión sobre sus límites con los municipios de Tecate y Playas de Rosarito.

A nivel delegacional, el 32.68% de la población del municipio se concentra en la Zona Este de la ciudad que comprende La Presa y Presa Este, siendo estas delegaciones las que en conjunto concentran la mayor cantidad de población (536,562 habitantes); otra concentración importante se registra en San Antonio de los Buenos con una población que asciende a 229,702 habitantes representando el 14% del total. Le siguen en orden de importancia las Delegaciones Sánchez Taboada y Otay Centenario donde residen el 12.10% y 11.54% respectivamente.

La población que vive en la Delegación de La Mesa suma 133,763 habitantes, 8.15% de la población total. La Delegación Playas de Tijuana concentra 134,522 habitantes que a nivel Centro de Población representa el 8.20% del total.

En la Delegación Cerro Colorado, la población residente suma 124,608 habitantes, 7.60% de la población total del municipio; por último, la demarcación que concentra la menor cantidad de población en Tijuana es la delegación Centro que suma 94,189 habitantes lo que representa el 5.73%.

De 1990 a 2017, la distribución de la población por género ha presentado diversos cambios. Durante la década de los noventa, el 50.13% lo representó el género masculino en tanto que para el 2017 dicha participación se invierte, siendo el género femenino el que registra el 50.2% del total de la población.

Distribución de la población por Delegación Municipal, Tijuana, 2017.

Delegación Municipal	Total	%	Femenino	Masculino
Playas de Tijuana	141,233	8.19	70,964	70,268
San Antonio de los Buenos	241,160	13.99	121,174	119,985
Sánchez Taboada	208,350	12.09	104,689	103,661
La Mesa	140,435	8.15	70,564	69,871
Centro	98,888	5.74	49,688	49,200
Cerro Colorado	130,824	7.59	65,735	65,090
Otay-Centenario	199,055	11.55	100,018	99,037
La Presa	280,292	16.26	140,837	139,455
La Presa Este	283,035	16.42	142,215	140,820
Resto del Municipio	183	0.01	92	91
Total	1,723,455	100	865,976	857,478

Delegación Municipal	Total	Superficie (has)	Densidad de Población Hab/ha
Playas de Tijuana	141,233	6,161.19	23
San Antonio de los Buenos	241,160	6,242.10	39
Sánchez Taboada	208,350	4,262.43	49
La Mesa	140,435	3,053.71	46
Centro	98,888	2,492.68	40
Cerro Colorado	130,824	5,261.07	38
Otay-Centenario	199,055	2,347.43	56
La Presa	280,292	3,659.60	77
La Presa Este	283,035	43,654.82	6
Resto del Municipio	183	46,575.15	0
Total	1,723,456	123,710	14

Fuente: Estimaciones de IMPLAN, con base en la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

El municipio de Tijuana cuenta con una superficie territorial de 123 mil 710 hectáreas, al interior de municipio, la Delegación La Presa Este concentra el 35.30% de la superficie municipal, porcentaje que sin embargo no representa la mayor densidad de población, ya que solo se establecen 6 habitantes por hectárea. Por su parte, La Delegación La Presa cuenta con el 3% de la superficie municipal una extensión baja en territorio, pero con una densidad poblacional de 77 habitantes por hectárea, situación que demanda atención por el hacinamiento que se registra en las viviendas de esta demarcación.

Con datos de la Encuesta Intercensal 2015 de INEGI, la pirámide de edades brinda información de la composición de edad y sexo, permitiendo identificar los requerimientos de la población por sectores específicos; principalmente empleo, servicios de salud, educación, recreación, cultura, deporte, seguridad pública y social, vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios urbanos. Adicionalmente su análisis permite inferir diversa información como población migrante, mortalidad infantil, natalidad, tasa de crecimiento además de proporcionar elementos para la orientación de políticas estratégicas y acciones específicas.

Al año 2010, la edad promedio de la población en el municipio de Tijuana fue de 26 años, cifra que para el 2015 incrementó a 29 años; es decir, en el último quinquenio la ciudad ha presentado un envejecimiento en su población. La dinámica económica en el municipio se sustenta en población joven, un sector que demanda empleo, servicios públicos, vivienda y equipamiento urbano, entre otros. Esto representa una ventaja para Tijuana, debido a que se cuenta con una mayor proporción de población en edad productiva, situación que debe aprovecharse para detonar procesos de mayor crecimiento económico.

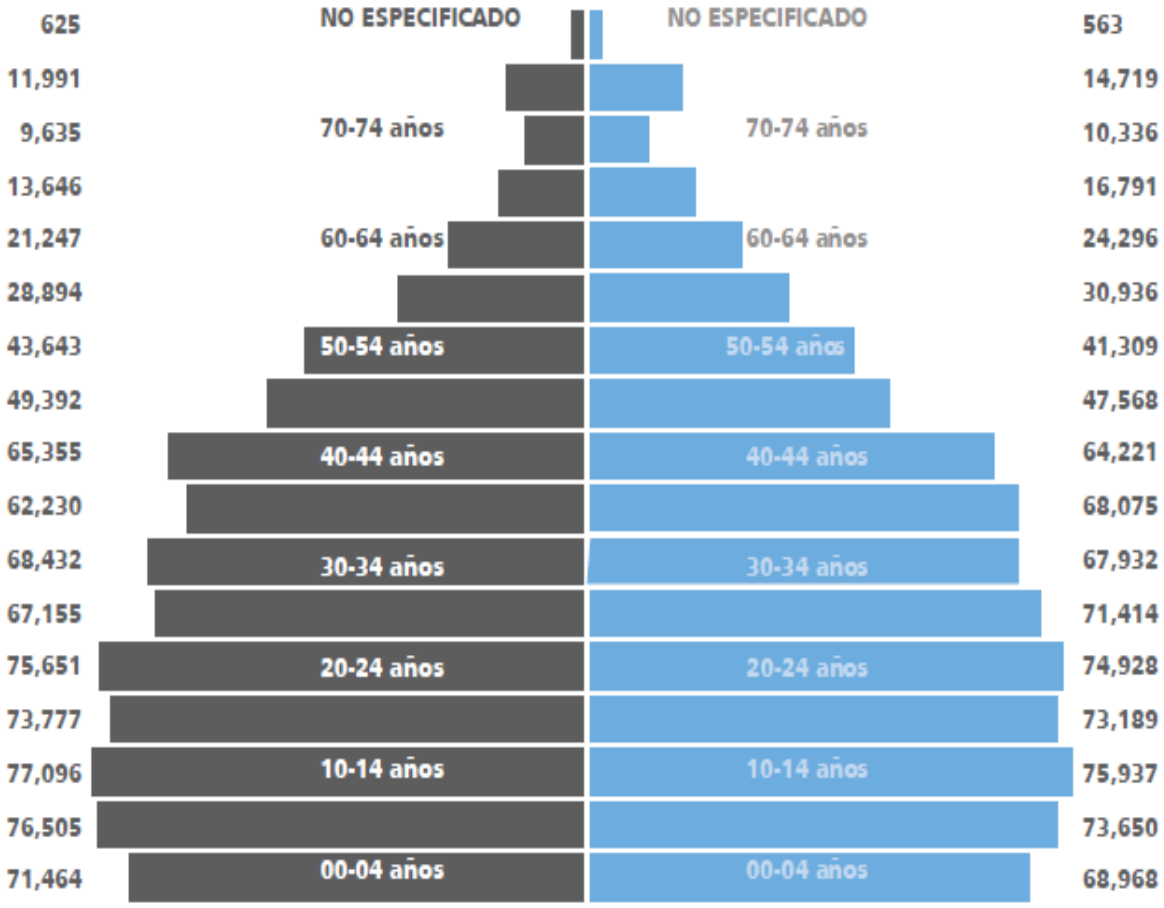
Por su parte en la población mayor a los 65 años, la edad promedio es de 68 años, media inferior a los 74.1 años que constituye la esperanza de vida para la localidad, situación que en etapas futuras demandará acciones específicas de atención para este sector de la población.

La restructuración de los rangos de edad de la población, es decir la pirámide de edades se empieza a invertir reduciéndose el segmento de población joven e incrementándose el de población adulta, con impacto en el corto y mediano plazo.

Distribución dela población según sexo.

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
Hombres	374,632	500,557	610,751	709,087	783,653	816,738	857,479
Mujeres	372,749	491,035	600,069	701,600	776,030	824,832	865,977
Total	747,381	991,592	1,210,820	1,410,687	1,559,683	1,641,570	1,723,456

Pirámide de edades en el municipio de Tijuana



Fuente: IMPLAN, con base en los Censos Generales de Población y Vivienda 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010; Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005, y Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

La fecundidad es un factor que interviene en el crecimiento demográfico de un territorio y está asociado con comportamientos sociales, económicos y culturales. De acuerdo con el INEGI, en Tijuana las mujeres en edad reproductiva de 15 a 49 años, representan el 56.65% del total de la población femenina en el municipio. La

tasa de fecundidad en el municipio es de 2.0%, por debajo de la que registra el Estado que es de 2.1% lo cual es un indicador de menor crecimiento de la población, que en algunos años derivará en el envejecimiento de la población de Tijuana.

La posición geográfica de Tijuana la convierte en una ciudad que registra una constante migración, misma que se puede clasificar a partir de tres grupos: el primero, constituido por población de paso, registra población que cruza con éxito y tal vez no regresa a la ciudad, y otros que no logran hacerlo por lo cual se establecen en el municipio. El segundo grupo, población de destino, es el que se traslada desde su lugar de origen a radicar en la ciudad de Tijuana en busca de mejores oportunidades socioeconómicas y profesionales, entre otras; el tercero, la población repatriada, constituida por las personas que son deportadas de los Estados Unidos de América y se establecen en la ciudad. Estos grupos se encuentran en situación de alta vulnerabilidad, con riesgo incluso de insertarse en el desarrollo de actividades ilícitas.

De acuerdo con el INEGI, en el Año 2000 se registraron 484,328 habitantes (40%) de la población nacida en la entidad y 581,193 (48%) nacida fuera de la entidad. En 2010 se registraron 733,051 habitantes (47%) de la población nacida en la entidad y 748,647 (48%) nacida fuera de la entidad.

De acuerdo a cifras de la Dirección de Atención al Migrante del municipio de Tijuana, de mayo a diciembre del 2016 -periodo en el cual se agudizó la llegada de la población migrante a la ciudad- se atendieron un total de 22,574 personas de las cuales 9,810 (43%) eran connacionales y 12,764 (57%) provenían del extranjero, principalmente de Haití.

Esta situación implica cubrir necesidades de asistencia básica a este segmento de población regularmente en condiciones de vulnerabilidad, sobre todo en el caso de repatriación o de personas que aspiran a cruzar la frontera, y que entre otros elementos, demandan servicios, empleo, vivienda e infraestructura.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL, en 2015 el municipio de Tijuana registro un Índice de rezago social de 1.26%, que lo ubica en un rango muy bajo comparado con otros municipios del país. Sin embargo, al contrastar entre los asentamientos humanos de la ciudad, se cuantifica población con distintos tipos de pobreza y carencias sociales básicas, que limitan el desarrollo social.

La población en condición de pobreza, se considera un segmento de mayor vulnerabilidad social, dada la dificultad de contar con los elementos necesarios que le permitan mejorar su calidad de vida. Lo anterior demanda mayores esfuerzos y niveles de coordinación de los tres órdenes de gobierno y sociedad en general, para trabajar en un mismo objetivo, fortalecer las condiciones de igualdad y equidad entre la sociedad, para alcanzar la cohesión social.

El flujo de población que emigra a la ciudad de Tijuana, sumada la población repatriada con pobreza que es deportada y no cuenta con un solo bien, incrementa la brecha de capacidades entre la misma población en la ciudad. Se requiere mayor colaboración para dotar a la población de oportunidades emprendedoras con el impulso a unidades de producción y de servicio; y mayores niveles de vinculación con unidades de la sociedad civil organizada.

La sociedad de Tijuana posee una característica particular a partir de la ubicación territorial del municipio; lo que incide en que la cultura social esté conformada con alta participación de migrantes provenientes de diferentes regiones del país y del extranjero, con culturas e ideologías propias de su lugar de origen, situación que ha definido a la ciudad por la mezcla de culturas, marcada con ideales emanados de su nueva identidad, adecuados en el tiempo.

El subsistema cultural como servicios, debe establecerse para todos los residentes de Tijuana, principalmente los más necesitados, quienes requieren opciones de formación, expresión e integración con las formas de vida y convivencia social. La

identidad que caracteriza a la población nativa permite ofrecer una diversidad cultural de reconocimiento internacional; sin embargo, es necesario que estas opciones culturales se extiendan a zonas de la ciudad, principalmente aquellas con mayores niveles de marginación en donde las nuevas oportunidades registran un gran impacto social en los índices de violencia, delincuencia, educación, entre otros.

El equipamiento que conforma al subsistema cultural ésta compuesto por un conjunto de inmuebles que ofrecen a la población la posibilidad de acceso a la recreación intelectual y estética, así como a la superación cultural, complementarias del sistema de educación formal.

En la ciudad de Tijuana el Subsistema de cultura se conforma por elementos ubicados en puntos estratégicos para dar cobertura a toda la población. De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2016, se tiene el registro de 23 bibliotecas públicas municipales básicas, distribuidas en ocho de las nueve delegaciones existentes. La mayor concentración se registra en la Delegación Centro con 6 módulos de bibliotecas públicas, 1 Casa de la Cultura, 2 museos, el Centro Cultural Tijuana, 2 teatros y un gimnasio municipal; seguida de la Delegación Playas de Tijuana que concentra 2 módulos de bibliotecas públicas, 1 Casa de la cultura y 1 Cortijo. El resto de los elementos culturales se distribuyen entre las 7 delegaciones restantes. Se observa que la periferia de la ciudad es la que presenta el mayor índice de rezago de elementos culturales.

El deporte es una actividad básica y necesaria no solo para el desarrollo físico de la población, sino para mejorar su calidad de vida por el impacto que genera en la salud, así como en la comunicación y organización de las comunidades. Esta actividad fomenta la integración de la familia y orienta a la población joven a un mejor desarrollo.

Información del IMPLAN y del Atlas de Espacios Públicos de Tijuana 2015 elaborado por el IMPAC, asienta que actualmente se cuenta con un registro

aproximado de 340 módulos de equipamiento urbano deportivo de servicio público, sin considerar los que proporcionan servicio privado. Respecto del equipamiento público, un gran porcentaje carece de la infraestructura y mobiliario adecuado, y una gran parte de los parques son dañados por la misma población del entorno urbano donde se localizan, lo que demanda la creación y puesta en marcha de programas integrales que sensibilicen a la población y fomenten el sentido de pertenencia para el cuidado de los mismos.

El sostenimiento económico de la población de Tijuana, se basa principalmente en las actividades de la industria manufacturera, el comercio, los servicios y el turismo.

Por su posición geográfica, Tijuana cuenta con importantes ventajas en diferentes sectores; industria manufacturera, construcción, comercio y servicios, que favorecen el desarrollo económico del municipio y la región, situación que le ha llevado a plantear lineamientos de tipo económico para incrementar su competitividad en el contexto regional, nacional e internacional. De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California (SEDECO), existen 63 parques industriales en el municipio, consolidando con ello su vocación en diferentes sectores de la actividad económica, insertando nuevas alternativas de desarrollo integradas a la industria manufacturera. Por lo anterior es necesario identificar y fortalecer los sectores con vocación económica natural, ampliando y diversificando las ramas de las actividades.

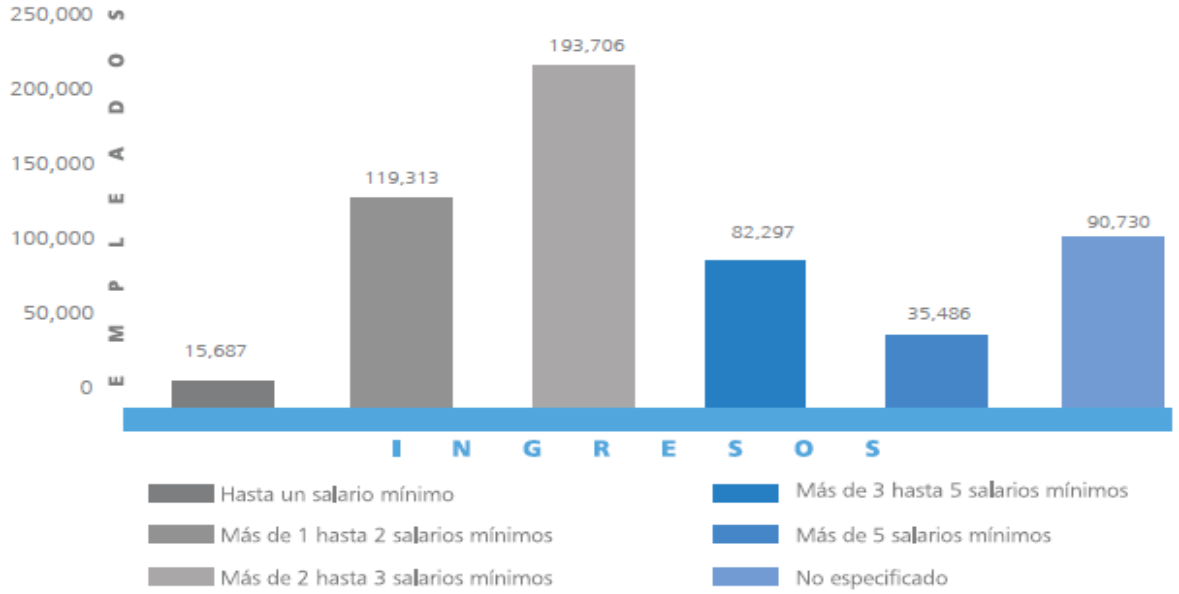
El dinamismo económico en el municipio ha permitido el desarrollo de clúster industriales y de servicios, generadores de fuentes de empleo; estos procesos fomentan la especialización que conlleva mejores niveles de ingreso y tasas mínimas de desempleo. Se requiere impulsar factores que generen valor agregado en los diferentes procesos productivos, innovando, y sumando productividad, eficiencia y calidad.

El empleo es un elemento principal en la vida y la realización de las personas, es el medio primordial que integra a la población en los procesos de producción y distribución de bienes y servicios. En el horizonte del crecimiento de la economía de Tijuana, se busca combinar y fortalecer factores productivos, para contar con mayor participación en la dinámica económica que incorpore mayor capital humano especializado. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) 2015, la tasa de participación ascendió a 62.6% en el municipio de Tijuana y en el tercer trimestre del 2016 Tijuana registró una tasa de desocupación de 3.3%.

La misma Encuesta publica que en el tercer trimestre del 2016, la población de 15 años y más en Tijuana registró 1, 231,178 habitantes, que representa el 73% de la población total. La Población Económicamente Activa (PEA) se conformó por 727,782 habitantes (59.11%), La población ocupada participo con 96.70% y 3.30% correspondió a la población desocupada.

Respecto a la distribución del empleo por sector productivo, en el mismo periodo el sector primario concentró 629 (0.12%) personas ocupadas en actividades agropecuarias y extractivas; el sector secundario con 210,717 (39.22%) concentrados en la industria extractiva y manufacturera; por último, el sector terciario con 289,581 (53.90%) personas ocupadas en el sector comercio, servicios y turismo. El 6.76% de la población ocupada no se especificó en qué sector de actividad se desarrolla.

Población Ocupada por Nivel de Ingreso en Tijuana, 2016



Aspectos urbanos y servicios públicos

Del total de la superficie municipal, al 2016 se advierte una ocupación de suelo del 26%. De este porcentaje, en materia de usos de suelo, el uso predominante es el habitacional con aproximadamente un 9.54%, dentro del cual se registra una ocupación irregular de un 0.54%. Adicionalmente, entre los usos con mayor presencia se encuentran: el industrial, equipamiento, y, comercio y servicio; los cuales ocupan el 1.8%, 1.5% y 1.1% del territorio, respectivamente.

La infraestructura urbana y los servicios públicos son el soporte de las actividades económicas y sociales del municipio, además de ser indicadores del nivel de urbanización, de la calidad de vida que se ofrece a la ciudadanía y las condiciones de resiliencia.

La cobertura del servicio de recolección de basura es de 94% del total de la ciudad, con una frecuencia de una vez por semana. El volumen de residuos sólidos recolectados en promedio es de 1,500 toneladas diarias, generadas en 730 colonias ingresadas al padrón de servicios del ayuntamiento.

Respecto a las aguas residuales, se cuenta con 19 plantas tratadoras con una capacidad instalada de 3,432.50 litros por segundo11.

El alumbrado público lo constituían hasta el 2015 un total de 74,284 luminarias de las cuales 4,508 se encontraban desconectadas, se cuenta además con la red de cable, postería y luminarias así como los medidores instalados en las vías principales de la ciudad. El mantenimiento y supervisión de esta infraestructura es un servicio que corresponde a la Dirección de Servicios Públicos Municipales (DSPM).

Al 2014, según registros del Servicio de información agroalimentaria y pesquera, Tijuana contaba con nueve rastros dentro del municipio sin embargo, no administrados por éste. Sólo hay un Rastro Tipo Inspección Federal (TIF) que en conjunto con el sector privado provee los medios necesarios para la producción de carne de aves, caprina, ovina, porcina y conejo, quedando sólo dependiente de otros municipios, respecto a la carne de bovino.

De acuerdo a la DSPM son 19 panteones existentes en Tijuana con una superficie total ocupada de 133.0111 hectáreas, de los cuales sólo 12 son administrados por el Ayuntamiento y de ellos únicamente siete están registrados como inmuebles municipales.

Respecto a la conectividad, Tijuana se comunica con el resto del país y con el resto del Estado por medio de las carreteras federales 1 y 2 respectivamente (libre y de cuota). Las carreteras federales 1 o Transpeninsular se emplaza de Norte a Sur, permitiendo comunicar a Tijuana con los municipios de Playas de Rosarito y Ensenada, así como con el resto de la península; por su parte, las carreteras federales 2 permiten comunicar hacia el Este con los municipios de Tecate y Mexicali, así como con el territorio nacional.

Así mismo, la Carretera Estatal 201 o Corredor Tijuana- Rosarito 2000, cumple funciones de libramiento por el trazo que sigue, ya que conecta Tijuana con los municipios de Playas de Rosarito y Ensenada prescindiendo el adentrar a la mancha

urbana de Tijuana. Por otro parte, Tijuana se encuentra a corta distancia de importantes ciudades norteamericanas como San Diego y Los Ángeles en el estado de California, conectándose con éstas por medio de las vías interestatales 5 y 805; y la estatal 125.

El sistema vial municipal está constituido por una red de 1,069.64 kilómetros, y se estima que a nivel manzana, el 63% de las manzanas cuentan con vialidades cuyo recubrimiento es de pavimento o concreto, 1% con recubrimiento empedrado o adoquín, 13% no especificado y 23% de las manzanas presenta vialidades sin algún tipo recubrimiento.

Por su parte, la vía corta de ferrocarril Tijuana-Tecate tiene una longitud total de 71.52 kilómetros de los cuales 59.83 km son los que se encuentran funcionando para el desarrollo de actividades comerciales y únicamente 48.08km del total de la ferrovía incide en el centro de población de Tijuana recorriendo seis delegaciones municipales.

En Tijuana inciden dos de los seis cruces fronterizos entre Baja California y California: Puerta México-San Ysidro y Otay-Otay Mesa. Respecto a los flujos vehiculares que estos generan se estima que en San Ysidro -considerado como el más dinámico en cruces vehiculares y peatonales de toda la frontera entre Estados Unidos y México-, la afluencia estimada fue de 14,435,252 vehículos particulares, cifra que representa un incremento respecto de 2013, ya que en el periodo de 2010-2014 disminuyó significativamente13. Por su parte, a diferencia de la Garita de San Ysidro, la Garita de Otay permite además de los vehículos ligeros, el cruce de vehículos de carga.

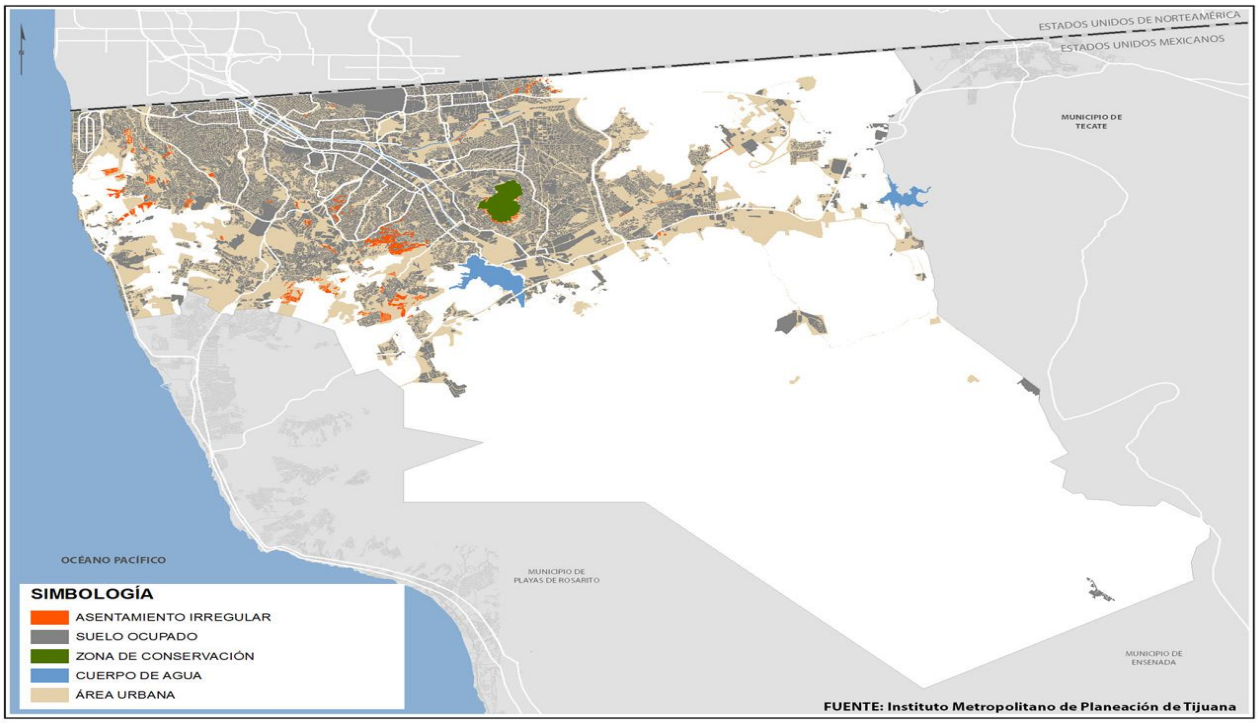
De igual forma, el reciente cruce peatonal ubicado colindante al Aeropuerto Internacional de Tijuana, el denominado Cross Border Xpress (CBX), de acuerdo con un comunicado del Grupo Aeroportuario del Pacífico, durante el mes de enero de 2016, se registró un flujo de 78,002 usuarios en ambos sentidos, representando

un porcentaje de penetración del 15.5% sobre los pasajeros totales del Aeropuerto Internacional de Tijuana. En este sentido y desde su inicio, se ha mantenido un flujo promedio diario de 1,500 pasajeros y la expedición de 1,000 permisos migratorios I-94.

El Aeropuerto Internacional de Tijuana, oficialmente Aeropuerto Internacional General Abelardo L. Rodríguez, es operado por Grupo Aeroportuario del Pacífico, y en 2016 fue líder en el top 10 de los puertos aéreos que más tráfico de pasajeros presentaron ya que de acuerdo a cifras de la Dirección General de Aeronáutica (DGAC), dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), de enero a septiembre de 2016 movilizó a 4 millones 568 mil pasajeros, representando un incremento de 31.1% en comparación con 2015.

Actualmente el aeropuerto, mediante 7 aerolíneas opera 32 rutas nacionales siendo las más concurridas Ciudad de México, Guadalajara, Culiacán, el Bajío y Hermosillo. Así mismo, es el único aeropuerto mexicano con vuelo directo a Shanghái, China y que mantiene vuelos comerciales regulares a Asia.

Ocupación del Suelo



IV.2.4 Descripción de la estructura y función del sistema ambiental.

El sistema ambiental se puede analizar en base a tres componentes principales, el componente físico-químico, el biótico y el socioeconómico.

La estructura de los componentes físico-químicos está modificada por actividades humanas debido al uso de los espacios de tierra para las diferentes actividades como turística. La geología, el suelo, y las características geomorfológicas y sus componentes químicos se encuentran modificados en algún grado, existiendo zonas fuertemente impactadas por el desarrollo. La estructura del componente biológico esta modificada ya que a la baja densidad y poca biodiversidad de plantas y animales reportada en los estudios realizados y visita de obra permite destacar el alto impacto que ha tenido este componente debido al crecimiento en la región. La estructura del componente socioeconómico es de tipo urbano-turístico, actividades económicas terciarias importantes, mediana infraestructura de comunicaciones y transportes, ingresos *per cápita* de medio a alto.

IV.2.5 Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.

El panorama del paisaje a lo largo de la zona del proyecto, es generalizado y no se destaca algún componente relevante de afectación y/o crítico con alto potencial de vulnerabilidad o de impacto al equilibrio del sistema. Hasta los impactos comunes procedentes de factores externos al sistema o “del contorno”, pueden ser asimilados por el sistema ambiental. En la mayor parte de la zona proyectada, los ecosistemas se encuentran transformados y con diferentes grados de alteración. En este escenario han proliferado sistemas ambientales que gradualmente modifican sus dinámicas internas ante la presencia de perturbaciones externas que van determinando su evolución. Sin embargo, deberán de observarse todos los lineamientos en materia ambiental para evitar una afectación mayor de la que presentan actualmente los sistemas, para no reducir aún más los recursos existentes.

IV.3. Diagnóstico ambiental.

El ambiente en el que se planea llevar a cabo este proyecto y los terrenos colindantes se caracterizan principalmente por ser de tipo urbano-rural.

Los impactos ambientales serán moderados en los factores físicos y biológicos. En el factor socioeconómico se espera que con el proyecto sea promovido el desarrollo local y municipal. Los componentes ambientales de los que se dispone en la región son susceptibles de aprovechamiento dentro del marco de desarrollo sustentable.

IV.4. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental.

IV.4.1 Medio físico.

El medio físico se verá modificado de manera importante y permanente en los que respecta a suelo, geología y geomorfología. Durante las etapas de construcción en la ampliación se utilizarán bancos de materiales que quedarán modificados después de la extracción. Una vez terminados los trabajos, la forma y el tipo del terreno se verán modificados, pero con el tiempo no se espera que haya un aumento en esta modificación.

Durante los diferentes trabajos a realizar del proyecto, habrá generación de emisiones a la atmósfera consideradas como móviles e intermitentes, producto de la utilización de combustibles. Estas emisiones cumplirán con la normatividad correspondiente en Materia de Impacto Ambiental, para que su impacto sea menor. En este caso, debido a la dinámica atmosférica y al comportamiento de los gases, se espera que no haya una modificación importante en la calidad del aire conforme pase el tiempo.

IV.4.2.Medio biótico

Flora.

La vegetación se verá afectada durante las actividades de desmonte y despalme. La fragmentación de ecosistemas por el avance de asentamientos humanos ha

causado modificaciones en la densidad relativa de la vegetación original en la zona del proyecto; sin embargo, esto no repercute en una alteración representativa de la forma de crecimiento de las especies a su alrededor, ni para los patrones de distribución de las mismas. Los principales efectos debido a estas actividades son la alteración en la dinámica natural de la flora, la reducción de hábitat y nichos ocupados por diversas especies animales, así como el desplazamiento de la flora silvestre local, lo cual repercute directamente en las poblaciones de fauna nativa.

Fauna.

En cuanto a la fauna observada en el área, se puede señalar que la posible modificación de su dinámica natural de igual manera que con la vegetación ya se encuentra con algún grado de alteración, lo cual aunado a su colindancia inmediata con el centro de población de Tijuana aumenta la perturbación, por lo que sus comunidades han sufrido variaciones a nivel de riqueza y poblacional, ocasionando con esto, que algunas especies de la región sean muy comunes, como es el caso de los vertebrados menores y otras están ausentes del área de estudio, desplazándose hacia sitios más favorables, o bien que su presencia es discreta en cuanto a su número. Por lo que se considera que durante la preparación del sitio y rehabilitación, ampliación, sustitución e instalación, se generará un impacto negativo irreversible, aunque considerado como **no significativo**, situación que está dada como se mencionó anteriormente, por lo moderadamente deteriorado del ambiente, y a que la riqueza de animales silvestre en el predio es mínima, pero esto también es minimizado, porque la fauna silvestre tiende a desplazarse hacia áreas más adecuadas para vivir, con menos perturbación.

Ecosistema.

Las alteraciones que se han dado en la funcionalidad de los ecosistemas han sido relativamente puntuales y representativas; esto debido, por un lado a que la zona presenta diferentes grados de perturbación en las comunidades tanto de animales como vegetales. La diversidad dentro del hábitat o la comunidad y la diversidad entre hábitat ha sido afectada en zonas cercanas, lo que ha trascendido hacia una

modificación local de los ecosistemas originales; por lo que se han tenido implicaciones importantes en la productividad primaria y secundaria de los mismos, mucho más aún para el caso de micro ecosistemas.

Paisaje.

El paisaje es un recurso que definitivamente se verá modificado por este proyecto y que se irá modificando conforme la región se vaya desarrollando, debido a que se agregan factores externos a una zona determinada. Hay pocos métodos que se apliquen en México para mitigar efectivamente el deterioro del paisaje, debido a que se agregan factores estéticos o de determinación subjetiva. Este factor no está considerado como crítico, pero se busca minimizar su deterioro promoviendo la restauración de flora en las colindancias de la obra.

En el área en donde se desarrollarán las obras para el proyecto, se encuentra la zona de playas que conforman el Océano Pacífico, y eventualmente, no se verá afectada su dinámica por las acciones que se llevarán a cabo.

En el área de influencia indirecta en donde se establecerá la infraestructura del proyecto, se encuentran comunidades o poblaciones de especies de flora y fauna silvestre de importancia o relevancia ecológica y ambiental de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, se modificarán de alguna manera las actividades o la dinámica para algunas especies silvestres de la zona de referencia, aunque de manera puntual y no significativa, para lo cual, se implementaran las medidas de prevención y mitigación adecuadas para este fin.

Asimismo, no están reportados sitios arqueológicos o de interés histórico, ni áreas naturales protegidas; esto no quiere decir que la región donde se encuentra proyectado el trazo no posea una ecología de paisaje importante con elementos armónicos; aun cuando goza de belleza escénica particular, es una zona con las características propias de la zona costera, que no entrarían en la condición de extraordinarias o excepcionales.

IV.4.3 Medio socioeconómico.

Medio social.

Demografía.

En cuanto al crecimiento demográfico, podemos decir que el municipio Tijuana caracteriza por un continuo y fuerte proceso de urbanización impulsada por la oferta de empleos en el sector terciario. El acelerado crecimiento poblacional ha impulsado el desarrollo de proyectos de vivienda en localidades fronterizas a los núcleos dinámicos en el ámbito productivo.

Modificaciones en el uso del suelo.

El crecimiento en las actividades turísticas implica el aumento del costo de la tierra y puede ejercer presión sobre áreas de producción de servicios ambientales.

Competencia por límites territoriales.

Dentro de lo que cabe en cuanto a límites territoriales, estos se encuentran bien definidos, por lo que en la zona de estudio no se registran litigios por reclamos de límites. Incidencia en salud, educación, transporte, vivienda, recreación, seguridad, entre otros. La actual oferta de servicios de salud en la zona de estudio se caracteriza por encontrar los diferentes tipos de servicios e infraestructura que ofrece el sector salud (clínicas familiares, hospitales generales y de especialidades, casa de salud, etc.).

La oferta educativa se ha incrementado en la mayoría de las localidades del municipio, cubriendo en la mayoría de los casos hasta el nivel medio superior.

El sistema de transporte entre las localidades es deficiente e inseguro con un alto costo; los monopolios del transporte son los que contribuyen a este escenario.

En lo relativo a recreación se generan diferentes percepciones, pues este rubro está determinado por el tipo de consumo cultural de los diversos actores sociales.

Aunque existe un solo agrupamiento de seguridad pública estos no son en la mayoría de los casos suficiente para la demanda que genera la sociedad, y en ocasiones es desigual el servicio que recibe el usuario.

IV.5. Construcción de escenarios futuros.

Los problemas del ambiente y los recursos naturales generan una preocupación creciente en las sociedades modernas. Debido a esto, no se pude ignorar que la preservación del ambiente es un fin loable en sí mismo, porque afecta la supervivencia y la calidad de vida de las generaciones presentes y venideras.

Uno de los escenarios más importantes en la zona de estudio como en muchos de zonas de México sería la pérdida de la biodiversidad y de los recursos genéticos; generada por la destrucción de los hábitats y de sus comunidades naturales, principalmente por prácticas turísticas no sostenibles que día a día van expandiéndose hacia las áreas no perturbadas. Aunado a esto, la presión ejercida sobre los recursos forestales por el cambio de uso del suelo para fines urbano turísticos ha ido causado la pérdida de la cobertura vegetal, fragmentaciones en el hábitat y la degradación del suelo, alterando las condiciones del medio ambiente.

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

V.1. Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental.

V.1.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto.

Durante la realización de la rehabilitación, sustitución y ampliación de la PTAR y la instalación de emisor con descarga subacuática en la comunidad de Tijuana, municipio de Tijuana, Baja California, en donde se llevarán a cabo actividades de despalme, excavaciones etc., se ocasionará la pérdida de cobertura vegetal, la modificación en el proceso de erosión y la geomorfología principalmente. Sin embargo, este efecto negativo no tendrá una magnitud representativa, debido a que en esa superficie de terreno no existe una densidad importante de vegetación y fauna silvestre ya que se encuentra dentro del terreno que ocupa actualmente la PTAR. Además; y la instalación del emisor en tierra será subterráneo y como ya se dijo la vegetación dentro del área donde se instalara dicho emisor es baja y no representativa (vegetación secundaria) por lo que la erosión causada por las actividades del proyecto se estabilizará una vez terminados los trabajos.

Es importante aclarar que el presente proyecto no atravesará por ningún Área Natural Protegida, de competencia Federal o Estatal

La calidad del aire en la región es en general buena; y la realización de este proyecto no modificará dicha calidad. La generación de emisiones a la atmósfera y generación de ruido será importante en algunas etapas del mismo, pero cesará e inclusive desaparecerán una vez concluida la obra. Además de que este los impactos ambientales generados por esta obra son mitigables por diversas técnicas, como la aplicación de un horario específico de trabajo y la afinación continua de la maquinaria y equipo utilizado.

La zona de explotación del banco de materiales está fuera del predio donde se realizará la construcción, pero también es considerada dentro de este escenario. Esta zona de explotación es manejada por una Empresa Privada y es utilizada continuamente para fines constructivos, también cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental, por lo que no se modificará en mayor grado el escenario actual de esta zona.

V.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.

Las fuentes de cambio, así como las perturbaciones y efectos que se darán debido a la construcción de la obra que son el motivo del presente estudio, son los que se enuncian a continuación:

Fuentes de cambio general
Emisión de contaminantes
Acciones que implican el deterioro del paisaje
Acciones que actúan sobre el medio biótico terrestre y marino generalmente de forma negativa
Acciones que modifican el entorno social y económico
Acciones que repercuten sobre las infraestructuras

V.1.3 Estimación cualitativa y/o cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental.

En el presente trabajo se empleó como unidad de comparación de los cambios generados en el sistema ambiental la Calidad Ambiental (CA) para cada una de las etapas del proyecto. La calidad ambiental es el conjunto de elementos con potencialidad de modificar positiva o negativamente las condiciones ambientales del entorno, en donde los valores que puede obtener cada uno de los impactos analizados varían entre +1 y –1; siendo -1 el valor que se asigna a una alteración total y negativa de las condiciones originales de la Calidad Ambiental del entorno y,

+1 modificación total y positiva en el mismo sentido, pasando por 0 para las condiciones actuales u originales. La evaluación de los 3 momentos del proyecto: calidad ambiental actual, en la etapa de preparación y construcción, y en la etapa de operación y mantenimiento.

PTAR

Acciones del proyecto	C. A. Original	C. A. Preparación y construcción		C. A. Operación y mantenimiento	
1. Movimientos de tierras.	0	-1.00		0	
2. Transporte de materiales	0	-0.50		0	
3. Movimiento de maquinaria pesada.	0	-0.80		0	
4. Destrucción de vegetación y de hábitats.	0	-0.50		0	
5. Depósitos de materiales.	0	-0.50		0	
6. Excavaciones	0	-0.50		0	
7. Incremento en la mano de obra.	0	1.00		1.00	
8. Desarrollo económico de la región.	0	1.00		1.00	
MEDIA	0	**+1.00**	**-0.63**	**+1.00**	**0**

Los resultados obtenidos en las etapas de preparación del sitio se estimaron 6 modificaciones negativas que afectaran la calidad ambiental de la zona y 2 modificaciones positivas que beneficiarán a la región. Se observa que en la etapa de preparación y construcción las modificaciones tanto positivas como negativas tienen valores de +1.00y –0.63, por lo que podemos observar que las modificaciones al sistema ambiental tienden hacer negativas pero no de grandes proporciones, y estas serán de forma temporal.

En cuanto a la etapa de operación y mantenimiento, se observa que las modificaciones positivas y negativas difieren de forma representativa, siendo +1 y 0 respectivamente, esto indica que las modificaciones negativas en el sistema

ambiental se encontrarán muy por debajo de las modificaciones positivas que traerá la construcción del sistema de agua potable.

EMISOR

Acciones del proyecto	C. A. Original	C. A. Preparación y construcción		C. A. Operación y mantenimiento	
9. Movimientos de tierras.	0	-0.50		0	
10. Transporte de materiales	0	-0.50		0	
11. Movimiento de maquinaria pesada.	0	-0.50		0	
12. Destrucción de vegetación y de hábitats.	0	-0.50		0	
13. Depósitos de materiales.	0	-0.50		0	
14. Excavaciones	0	-0.50		0	
15. Incremento en la mano de obra.	0	1.00		1.00	
16. Desarrollo económico de la región.	0	0.75		1.00	
MEDIA	0	**+0.87**	**-0.50**	**+1**	**0**

Los resultados obtenidos en las etapas de preparación del sitio se estimaron 6 modificaciones negativas que afectaran la calidad ambiental de la zona y 3 modificaciones positivas que beneficiarán a la región. Se observa que en la etapa de preparación y construcción las modificaciones tanto positivas como negativas tienen valores de +0.87 y –0.50, por lo que podemos observar que las modificaciones al sistema ambiental tienden hacer negativas pero no de grandes proporciones, y estas serán de forma temporal.

En cuanto a la etapa de operación y mantenimiento, se observa que las modificaciones positivas y negativas difieren de forma representativa, siendo +1 y 0 respectivamente, esto indica que las modificaciones negativas en el sistema ambiental se encontrarán muy por debajo de las modificaciones positivas que traerá la construcción del sistema de agua potable.

V.2. Técnicas para evaluar los impactos ambientales y la estimación cualitativa y/o cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental

La ejecución del proyecto, traerá consigo cambios y / o modificaciones de magnitud e importancia variable en los diferentes componentes del ambiente, como son los factores abióticos, (suelo, aire y agua), factores bióticos, (flora y fauna), y el factor socioeconómico, para ello se considerarán las medidas preventivas, correctivas, y / o de mitigación que permitan contrarrestar, disminuir o atenuar los impactos ambientales negativos que se pudiesen generar a consecuencia de la construcción de este proyecto.

El prever la magnitud y las características de los impactos ambientales que se pudiesen generar durante la ejecución de esta obra, permite considerar desde la etapa de planeación y diseño del proyecto las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que permitan contrarrestar los impactos negativos.

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó la matriz de **LEOPOLD** que consiste fundamentalmente en cuadros de doble entrada en los que las filas o renglones se enlistan los componentes que son factores del medio susceptibles de ser afectados, y en las columnas se detallan las actividades y características de los proyectos o actividades a desarrollar en cada una de las etapas de la obra, que pueden incidir desfavorablemente sobre la calidad del entorno, esto permite hacer una evaluación cualitativa del proyecto. Mediante la interpretación de cada interacción que se forma entre los componentes de la obra y los del medio en que se desarrolla, se puede establecer si es necesario o no implementar medidas de mitigación. El análisis de las intersecciones, o cruces de las columnas y filas, ayudará a determinar los impactos potenciales que se pueden generar durante el desarrollo del proyecto. La identificación de impactos se realizó por cada alternativa y fase del proyecto.

Por otro lado, esta técnica nos permite tener una visión integral de la problemática ambiental, ya que se incluyen todas las acciones propias del proyecto y los factores

ambientales que estuvieron involucrados; sólo se consideraron interacciones relevantes, tomando en cuenta el sentido adverso o benéfico de las acciones, por lo que las matrices que se presentan en este estudio son reducidas (cribadas) con la finalidad de tener una mejor visión de los factores interactuantes.

En la matriz se aplicó una simbología a base de letras sólo considerando si la interacción es adversa o benéfica. En la matriz se considera el análisis de las actividades del proyecto sobre cada uno de los factores ambientales analizados.

En cada una de las interacciones de la matriz se identificaron los impactos potenciales y se definió el sentido del impacto, “adverso “o“ benéfico” y se estimó su grado de impacto con base en las características del proyecto, indicando si este fue o sería “significativo ”o“ no significativo” con las letras A (1) y a (2) (Adverso significativo y adverso no significativo), respectivamente), y los benéficos con las letras B (3) y b (4) (Benéfico significativo y benéfico no significativo respectivamente), correspondiendo en razón de su significancia, las letras mayúsculas a los impactos que resultan representativos, y las letras minúsculas a los poco significativos, marcándose con negritas las interacciones adversas que pueden ser mitigadas.

Nota: en las matrices a aparecerán números los cuales representaran a las letra antes mencionadas 1=A, 2=a, 3=B y 4=b.

Nota: La etapa de Planeación y selección de sitio No aplica, por dicha razón se empieza en la etapa de preparación del sitio.

Para la identificación y descripción de los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto, se siguieron los pasos que a continuación se describen:

Se realizó la investigación de la información bibliográfica especializada en impactos ambientales relacionados con la instalación y operación en proyectos de este tipo, encontrándose que este tipo de obras se caracterizan principalmente por los

impactos adversos producidos en el suelo y vegetación, por la superficie del terreno que se requiere mantener despejada de vegetación, así como por los desplazamientos o barreras que se pudieran causar a la fauna presente en el sitio, principalmente a las especies bajo protección en caso de existir.

Con base en la información obtenida a lo largo de este estudio, y una vez realizadas las verificaciones de campo necesarias, se procedió a describir cualitativamente los impactos ambientales que serán generados por la ejecución del proyecto en cuestión, precisando qué componentes ambientales resultarán afectados y evaluando cuantitativamente la magnitud e importancia de tales impactos.

V.2.1 Listas de verificación para la selección de los componentes del proyecto.

Listado de actividades del proyecto.

Las siguientes tablas muestran la lista de actividades involucradas en el proyecto en sus diferentes etapas, lo que representa el primer paso para la identificación de los impactos ambientales.

PTAR

PREPARACIÓN DEL SITIO	ACTIVIDADES
	Explotación de bancos de material
	Alteración de la hidrología
	Desmonte
	despalme
	Acarreo de materiales sobrantes (producto de demolición, excavación o despalme)
	Nivelación del terreno
	Contratación de personal

	Generación de basura
	movimiento de maquinaria y equipo
	Suministro de combustible (gasolina y diésel) para la maquinaria y equipo

CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
	Movimiento de maquinaria y equipo
	Suministro de combustible para la maquinaria y equipo
	Generación de basura
	Transporte de agua en pipas
	Escarificación y compactación del terreno
	Acarreo de material del banco
	Excavaciones en material tipo A, B, y/o C.
	Suministro de materiales de construcción
	Contratación de personal
	Instalación de tubería
	instalación de equipos (mecánicos, eléctricos)
	Reposición de Pavimento (en caso de que hubiera anteriormente)
	Rellenos
	Construcción, Rehabilitación, ampliación, modernización de PTAR
	Reforestación
	Limpieza del sitio

EMISOR

PREPARACION DEL SITIO	ACTIVIDADES
	Desmonte
	despalme
	Nivelación y compactación del terreno
	Acarreo de materiales sobrantes (producto de desmonte, despalme, demolición etc.)
	movimiento de maquinaria y equipo
	Suministro de combustible –gasolina y diésel- para la maquinaria y equipo
	Contratación de personal
	Instalación de Campamento
	Residuos Solidos
	Aguas Residuales

CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
	Movimiento de maquinaria y equipo
	Suministro de combustible para la maquinaria y equipo
	Excavaciones en material tipo A, B, y/o C.
	Escarificación y compactación del terreno
	Explotación de bancos de material
	Acarreo de material del banco
	Suministro de materiales de construcción
	Contratación de personal
	Transporte de agua en pipas

	Rehabilitación, sustitución y ampliación de estructuras
	Instalación de emisor, con tubería de Diámetro variado termo fusionada en excavación
	Relleno de Zanjas
	Generación de basura
	Presencia del usuario
	Limpieza del sitio
	Generación de Lodos
	Generación de Agua tratada conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996
	Mantenimiento de Emisor

V.3. Impactos ambientales generados.

V.3.1 Factores potencialmente afectables.

PREPARACION DEL SITIO	TIERRA	Suelos
		Geomorfología
		Residuos (todos)
	AGUA	Subterráneas
		Calidad
		Temperatura
		Recarga
		Parámetros Físicos, químicos
	AIRE	Calidad (gases partículas)
		Ruido
		Clima (microclima)

CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Temperatura
	FLORA	Terrestre
		Marina
		Microflora
		Especies en peligro
	FAUNA	Terrestre
		Marina
		Aves
		Microfauna
		Especies en peligro
		Creación de barreras
		Creación de corredores
	Uso del Territorio, Recreativo, estético e interés humano	Plusvalía y tenencia de la tierra
		Servicios públicos
		Zona comercial
		Zona residencial
		Zonas de recreo
		Caza o pesca
		Turismo
		Trabajo
		Paisajes

V.3.2 Identificación de impactos.

Etapa de Planeación y selección del sitio.

No aplica.

Etapa de preparación del Sitio.

Debido al tipo de obras y/o actividades que se realizaran durante la fase de preparación de sitio, los principales impactos identificados en el medio ambiente natural y social durante el desarrollo de este proyecto son fundamentalmente: pérdida de suelo y cobertura vegetal, ahuyentamiento de la fauna, alteración del microclima, y su consecuente variación tanto en la retención de la humedad, y por ende la captación, mantos freáticos y escorrentías.

Etapa de Construcción operación y mantenimiento

Los principales impactos que se pueden generar al medio ambiente natural y social en esta etapa, debido al tipo de actividades a realizar, son la pérdida de suelo y cobertura vegetal por en el despalme, utilización de bancos de tiro, explotación de bancos de material.

- Referente a la afectación del suelo y de la cobertura vegetal, ésta será únicamente como se ha mencionado con anterioridad sobre la parte poniente dela PTAR (parte exterior ver anexo2) donde únicamente existe vegetación secundaria, sin afectarse ningún otro tipo vegetación. Sobre el trazo del emisor no se identificó ni se observó especies silvestres protegidas por normas oficiales mexicanas.

- Otro de los impactos identificados es la generación de polvos por los camiones que transportan el material los cuales mitigaran el anterior impacto al ser cubiertos con lonas.
- En el aspecto económico éste se ve beneficiado debido a que gracias al desarrollo del proyecto se generaran fuentes de empleo de manera temporal y algunos de manera permanente (el personal administrativo y comerciantes).

Con base en lo señalado en la matriz, se identificaron los siguientes impactos para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento (ver anexo 6).

PTAR

Impactos adversos significativos	(A) (0.96 % de las interacciones)
Impactos adversos no significativos	(a) (6.37 % de las interacciones)
Impactos benéficos significativos	(B) (1.92 % de las interacciones)
Impactos benéficos poco significativos	(b) (12.86% de las interacciones)
e interacciones no relevantes	(-) (77.88 % de las interacciones)

El análisis anterior se realizó considerando una matriz global de 32 factores ambientales representativos y 26 actividades del proyecto, que en conjunto tabulan un total de 832 interacciones potenciales (incluyendo las interacciones no relevantes). De ellas, 320 interacciones corresponden a la etapa de preparación del sitio, 512 interacciones corresponden a la etapa construcción, operación y mantenimiento.

Número de impactos relevantes por etapa del proyecto	A	a	B	b	-	SUBTOTAL
1ª.Preparación del sitio	8	42	1	22	247	320
2º.Construcción, operación y mantenimiento	0	11	15	85	401	512
SUBTOTAL	8	53	16	107	648	832
PORCENTAJE	0.96%	6.37%	1.92%	12.86%	77.88%	100.00%

Donde:

(A) = Impactos adversos significativos
(a) = Impactos adversos no significativos
(B) = Impactos benéficos significativos
(b) = Impactos benéficos no significativos
(-) = Interacciones no relevantes

PORCENTAJE POR ETAPA

Número de impactos relevantes por etapa del proyecto	A	a	B	b	-
1ª.Preparación del sitio	2.50%	13.13%	0.31%	6.88%	77.19%
2º.Construcción, operación y mantenimiento	0%	215%	293%	1660%	7832%

NÚMERO DE IMPACTOS RELEVANTES POR COMPONENTE AMBIENTAL	*A*	*a*	*B*	*b*	-	Total
Suelos	2	12	0	2	10	26
Geomorfología	2	5	0	0	19	26
Residuos (todos)	2	5	0	0	19	26
Subterráneas	2	5	0	0	19	26
Calidad	0	2	0	0	24	26
Temperatura	0	4	0	0	22	26
Recarga	0	0	0	0	26	26
Parámetros Físicos, químicos	0	4	0	0	22	26
Calidad (gases partículas)	0	0	0	0	26	26
Ruido	0	0	0	0	26	26
Clima (microclima)	0	5	0	0	21	26
Temperatura	0	0	0	0	26	26
Terrestre	0	0	0	0	26	26
Marina	0	2	0	0	24	26
Microflora	0	3	0	0	23	26
Especies en peligro	0	0	0	0	26	26
Terrestre	0	0	0	0	26	26
Marina	0	0	0	0	26	26
Aves	0	0	0	0	26	26

Microfauna	0	0	0	0	26	26
Especies en peligro	0	0	0	0	26	26
Creación de barreras	0	2	2	12	10	26
Creación de corredores	0	1	13	1	11	26
Plusvalía y tenencia de la tierra	0	0	0	0	26	26
Servicios públicos	0	0	1	5	20	26
Zona comercial	0	0	0	7	19	26
Zona residencial	0	0	0	0	26	26
Zonas de recreo	0	0	0	14	12	26
Caza o pesca	0	0	0	14	12	26
Turismo	0	0	0	14	12	26
Trabajo	0	0	0	23	3	26
Paisajes	0	3	0	15	8	26
Total	8	53	16	107	648	832
PORCENTAJE	0.96%	6.37%	1.92%	12.86%	77.88%	100%

Donde:

(A) = Impactos adversos significativos
(a) = Impactos adversos no significativos
(B) = Impactos benéficos significativos
(b) = Impactos benéficos no significativos
(-) = Interacciones no relevantes

EMISOR

Impactos adversos significativos	(A) (1.34 % de las interacciones)
Impactos adversos no significativos	(a) (10.04 % de las interacciones)
Impactos benéficos significativos	(B) (8.59 % de las interacciones)
Impactos benéficos poco significativos e interacciones no relevantes	(b) (11.05% de las interacciones) (-) (68.97 % de las interacciones)

El análisis anterior se realizó considerando una matriz global de 32 factores ambientales representativos y 28 actividades del proyecto, que en conjunto tabulan

un total de 896 interacciones potenciales (incluyendo las interacciones no relevantes). De ellas, 320 interacciones corresponden a la etapa de preparación del sitio, 576 interacciones corresponden a la etapa construcción, operación y mantenimiento.

Número de impactos relevantes por etapa del proyecto	A	a	B	b	-	SUBTOTAL
1ª.Preparación del sitio	10	42	12	27	229	320
2º.Construcción, operación y mantenimiento	2	48	65	72	389	576
SUBTOTAL	12	90	77	99	618	896
PORCENTAJE	1.34%	10.04%	8.59%	11.05%	68.97%	100.00%

Donde:

(A) = Impactos adversos significativos
(a) = Impactos adversos no significativos
(B) = Impactos benéficos significativos
(b) = Impactos benéficos no significativos
(-) = Interacciones no relevantes

PORCENTAJE POR ETAPA					
Número de impactos relevantes por etapa del proyecto	A	a	B	b	-
1ª.Preparación del sitio	3.13%	13.13%	3.75%	8.44%	71.56%
2º.Construcción, operación y mantenimiento	0.35%	8.33%	11.28%	12.50%	67.53%

NÚMERO DE IMPACTOS RELEVANTES POR COMPONENTE AMBIENTAL	*A*	*a*	*B*	*b*	-	Total
Suelos	7	5	2	1	13	28
Geomorfología	1	4	3	2	18	28
Residuos (todos)	0	10	3	2	13	28
Subterráneas	1	3	1	3	20	28

Calidad	0	3	1	2	22	28
Temperatura	0	0	1	0	27	28
Recarga	0	0	1	1	26	28
Parámetros Físicos, químicos	0	0	1	1	26	28
Calidad (gases partículas)	0	8	1	1	18	28
Ruido	1	8	0	0	19	28
Clima (microclima)	0	10	1	2	15	28
Temperatura	0	0	1	0	27	28
Terrestre	2	10	1	1	14	28
Marina	0	4	3	0	21	28
Microflora	0	7	0	2	19	28
Especies en peligro	0	0	0	1	27	28
Terrestre	0	6	0	2	20	28
Marina	0	2	2	1	23	28
Aves	0	0	0	3	25	28
Microfauna	0	6	3	0	19	28
Especies en peligro	0	0	0	0	28	28
Creación de barreras	0	0	0	0	28	28
Creación de corredores	0	0	0	0	28	28
Plusvalía y tenencia de la tierra	0	0	4	6	18	28
Servicios públicos	0	0	3	24	1	28
Zona comercial	0	0	10	9	9	28
Zona residencial	0	0	3	2	23	28
Zonas de recreo	0	0	9	0	19	28
Caza o pesca	0	0	1	6	21	28
Turismo	0	0	2	16	10	28
Trabajo	0	0	19	8	1	28
Paisajes	0	4	1	3	20	28

Total	12	90	77	99	618	896
PORCENTAJE	1.25%	12.29%	8.64%	10.42%	67.40%	100.00%

Donde:

(A) = Impactos adversos significativos
(a) = Impactos adversos no significativos
(B) = Impactos benéficos significativos
(b) = Impactos benéficos no significativos
(-) = Interacciones no relevantes

V.4. Evaluación de los impactos ambientales en las diferentes etapas del proyecto.

PTAR

De los 831 impactos detectados, 320 corresponden a la etapa de preparación del sitio, mientras que 511 se refieren a la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, así también se observan que no existen impactos adversos significativos debido a que se trata de una zona perturbada por las diversas actividades antropogénicas.

De los 831 impactos detectados, 648 corresponden a interacciones no relevantes, lo que representa el 77.88% respecto al total, por otra parte se observó que de las 831 interacciones 53 corresponden a impactos adversos no significativos (6.37%), los que se consideran que son razonablemente mitigables, esto es, que el grado de afectación que podría provocar al medio ambiente en su contexto físico, biológico y socioeconómico por el desarrollo del proyecto será mínimo a nulo, siempre y cuando se llevarán a cabo correctamente las medidas de mitigación.

En lo referente a los impactos benéficos detectados en el proyecto, suman 123 interacciones (de las 832), correspondiendo a impactos benéficos significativos el 1.92% y de los impactos benéficos poco significativos el 12.86%.

Etapa de preparación del sitio.

En ésta etapa se tiene que de las 320 interacciones potenciales, 42 corresponden a impactos adversos no significativos (13.13%), ocasionadas principalmente por el Desmonte, despalme, acarreo de materiales, generación de basura y movimiento de la maquinaria, Suministro de combustible –gasolina y diésel; afectando potencialmente al suelo, la morfología, calidad del aire y micro clima.

Referente a los impactos benéficos de la etapa de preparación del sitio, se tienen interacciones potenciales, las que se refieren básicamente a la generación de empleos de manera directa o indirecta así como mejoramiento en los servicios públicos, zona comercial, con lo que conlleva a estimular la economía de la zona.

Etapa de construcción, operación y mantenimiento.

De esta etapa del proyecto, se tiene que de las 511 interacciones potenciales, 11 corresponden a impactos adversos no significativos (2.15%), ocasionadas principalmente por el movimiento de maquinaria y equipo, generación de basura, transporte de agua, Excavaciones en material tipo A, B, y/o C, Escarificación y compactación del terreno, acarreos de material, así como los procesos de ampliación, sustitución y rehabilitación de la PTAR, afectando potencialmente la calidad del aire, suelo, generación de residuos y de alguna manera el elemento agua tanto superficial como subterránea.

Referente a los impactos benéficos de la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, se identifican 123 interacciones potenciales (14.80%), las que se refieren básicamente al mejoramiento del sistema de saneamiento del agua, generación de empleos de manera directa o indirecta, servicios públicos locales, turismo, comercio y que, al igual que en la etapa anterior, conlleva a estimular la economía de la zona.

EMISOR

De los 896 impactos detectados, 320 corresponden a la etapa de preparación del sitio, mientras que 576 se refieren a la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, así también se observan que no existen impactos adversos significativos debido a que se trata de una zona perturbada por las diversas actividades antropogénicas.

De los 896 impactos detectados, 618 corresponden a interacciones no relevantes, lo que representa el 68.97% respecto al total, por otra parte se observó que de las 896 interacciones 90 corresponden a impactos adversos no significativos (10.04%), los que se consideran que son razonablemente mitigables, esto es, que el grado de afectación que podría provocar al medio ambiente en su contexto físico, biológico y socioeconómico por el desarrollo del proyecto será mínimo a nulo, siempre y cuando se llevarán a cabo correctamente las medidas de mitigación.

En lo referente a los impactos benéficos detectados en el proyecto, suman 176 interacciones (de las 896), correspondiendo a impactos benéficos significativos el 8.59% y de los impactos benéficos poco significativos el 11.05%.

Etapa de preparación del sitio.

En ésta etapa se tiene que de las 320 interacciones potenciales, 42 corresponden a impactos adversos no significativos (13.13%), ocasionadas principalmente por el desmonte, despalme, Nivelación y compactación del terreno, Acarreo de materiales sobrantes (producto de la demolición, desmonte despalme etc.), movimiento de maquinaria y equipo.

Referente a los impactos benéficos de la etapa de preparación del sitio, se tienen interacciones potenciales, las que se refieren básicamente a la generación de empleos de manera directa o indirecta así como mejoramiento en los servicios públicos, zona comercial, con lo que conlleva a estimular la economía de la zona.

Etapa de construcción, operación y mantenimiento.

De esta etapa del proyecto, se tiene que de las 576 interacciones potenciales, 48 corresponden a impactos adversos no significativos (8.33%), ocasionadas principalmente por el movimiento de maquinaria y equipo, Excavaciones en material tipo A, B, y/o C, Escarificación y compactación del terreno, explotación de bancas de material, así como los procesos de instalación del emisor, afectando potencialmente suelo, flora terrestre, geomorfología, residuos, agua subterránea, ruido y micro flora.

Referente a los impactos benéficos de la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, se identifican 176 interacciones potenciales (19.64%), las que se refieren básicamente al mejoramiento del sistema de saneamiento del agua, generación de empleos de manera directa o indirecta, servicios públicos locales, comercio y que, al igual que en la etapa anterior, conlleva a estimular la economía de la zona.

Delimitación del área de influencia

La delimitación del área de estudio se extiende mucho más allá de sus límites, por lo que se definió con base en una metodología basada en el análisis de las relaciones, interacciones e interdependencias que determinan la complejidad de los componentes de los sistemas naturales, sociales y económicos a lo largo de la obra propuesta. Se partió de la hipótesis que la construcción y operación del proyecto podría constituirse como un factor externo a los sistemas existentes, con capacidad de alterarlos significativamente, superando su capacidad de re-silencia.

Para esto se adoptaron los principios generales de la teoría de sistemas complejos que es realmente una propuesta metodológica de construcción, basado en el enfoque de análisis (entender la totalidad a partir del análisis de sus partes). El acercamiento se inició con la pregunta o hipótesis, que impulsado por el marco epistémico del equipo interdisciplinario investigador, orientaron las observaciones empíricas de primer nivel de observación y documental de segundo nivel, para

realizar las abstracciones en los medios físico natural, social y de producción, de manera que se definieran los alcances de las interacciones, interdependencias de flujos de energía y materia de los subsistemas que configurasen los límites del gran sistema ambiental. El objetivo de esta forma de abordaje de la realidad, debería llevar a un diagnóstico sistémico completo, que permitiese el planteamiento y validación o no, de la hipótesis planteada.

Así se identificaron condiciones ambientales que pueden ser considerados significativas en sentido de su grado de deterioro actual; entre ellos se pueden citar: la excavación y los cambios de uso del suelo entre otros. Tal condición tiene una correlación muy directa con el equilibrio de los subsistemas y con la sinergia que estos imprimen a la capacidad de carga de los sistemas en su proceso evolutivo armónico. Los impactos ambientales asociados a la preparación de sitio, construcción y operación del proyecto que se describe, tendrán un origen puntual con implicaciones locales y regionales en diferentes momentos, en razón de su magnitud e intensidad. Las medidas de prevención que en el presente documento se consignan, significan la estrategia para evitarlos, controlarlos y/o minimizarlos en el sitio de su generación.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de las medidas o programas de medidas de mitigación o correctivas por componentes ambientales.

El conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que se exponen en el presente capítulo, tienen como fin la minimización de los posibles impactos ambientales generados por las actividades del proyecto de a rehabilitación, sustitución y ampliación de la PTAR existen, así como la instalación de un nuevo emisor con descarga subacuática en la Localidad de Tijuana Municipio de Tijuana, desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento.

Preventivas	Dar preferencia en la contratación de personal a los habitantes de la zona, con el fin de evitar la generación de impactos negativos sobre el medio socioeconómico. Se deberá contar con una campaña de seguridad permanente orientada a evitar los accidentes propios de la construcción tanto a los empleados y conductores de vehículos. Se deberá establecer una campaña Sanitaria y de higiene que evite las enfermedades gastrointestinales a los empleados de la obra; dicha campaña, entre otros, deberá poner especial cuidado a la atención médica, el suministro de comida y agua potable así como en la eliminación de desechos líquidos y sólidos en los diferentes frentes de trabajo. Deberá vigilarse que los alimentos, aún a través de aquellos prestadores de servicio concesionados,

	cumplan los requisitos de higiene establecidos por el estado. Se deberá dotar de agua potable a los trabajadores, para ello se debe contratar el suministro de agua potable de embotelladoras autorizadas. Los desechos sólidos de tipo doméstico, resultantes de la preparación y el consumo de alimentos, deberán ser dispuestos en bolsas o contenedores para posteriormente ser trasladados al Relleno Sanitario. Para atender las necesidades Sanitarias de los empleados se debe de disponer de letrinas portátiles, dichas letrinas se deben ser colocadas en el o los frentes de trabajo. La contratación debe ser con empresas especializadas y deberá incluir la operación, mantenimiento, reciclado de los líquidos y retiro al finalizar las actividades. Se debe realizar el mantenimiento y/o reparación de la maquinaria y equipo, en un área impermeabilizada y equipada para la recolección de grasas y lubricantes de desecho. Los residuos que se generen en esta área se almacenarán en tambos debidamente etiquetados, los cuáles se entregarán, para su manejo y disposición final, a empresas debidamente autorizadas.
Remediación	La experiencia señala que siempre existen materiales sobrantes, aun cuando estos únicamente sean los de la limpieza final de la obra, por lo que será necesario que se cuente con un banco de tiro para dicho tipo de materiales.

Rehabilitación	Los lugares que cuenten con algo de vegetación y que sean alterados tendrán que ser rehabilitados con plantación de vegetación típica de la región.

VI.2. Análisis de los factores que afectan a los distintos componentes ambientales y medidas de mitigación propuestas.

Medio Físico	Medidas de Mitigación
Agua Superficial	Se deberá de mantener limpias las áreas de trabajo para que no exista ninguna afectación a los cuerpos de agua presentes cerca de la zona de los trabajos de ampliación, sustitución y rehabilitación de la PTAR.
Agua subterránea	Este no se verá afectado, aunque la excavación tanto en los trabajos dentro de la PTAR como para la instalación de emisor podría ser un efecto adverso, la presencia de estas aguas es nulo.
Suelo	Como se sabe el suelo será el más afectado por los trabajos que se realizaran tanto en la PTAR como en los del emisor en cuanto a la excavación, paso de maquinaria, basura, derrame de líquidos, etc., se deberá organizar una campaña de concientización en cuanto a limpieza de las zonas de trabajo. Es posible que durante la operación de excavado, se encuentren capas de material orgánico, esta se deberá retirar y disponerla temporalmente en lugares no contaminados, para poder optimizar su uso y reutilizarla con posterioridad. En todo el tramo del trazo del emisor en su parte terrestre, se deberá intentar no modificar o alterar demasiado la pendiente natural del terreno, lo anterior también ayudara a reducir la superficie de corte y terraplén (movimientos de tierras).

	Para evitar cualquier tipo de contaminación al suelo, se deben disponer los residuos producidos en función de su naturaleza. Al inicio de la obra se comprobará la correcta señalización de los caminos y de las áreas de actuación.
Calidad del Aire	La calidad del aire es un importante factor ambiental que es necesario salvaguardar y proteger, utilizando todas las herramientas precisas para su conservación. En la fase de obras (rehabilitación, sustitución y ampliación de este proyecto), tal factor ambiental es muy susceptible de verse impactado, por lo que deben tomarse las correspondientes medidas. En época seca y fuerte viento, se procederá al riego de estabilización con agua de las vialidades de tierra (terracería) y de los acopios de tierra, para minimizar la generación de partículas de polvo. En el transporte de tierra (materiales de relleno) se cubrirá la carga de los camiones con lonas, con el fin de evitar la emisión de partículas al aire. Se exigirá a los contratistas que las maquinarias y los vehículos utilizados, hayan cubierto las inspecciones reglamentarias (revisado y supervisión mecánica) y que cumplan con la legislación vigente en materia de emisiones y de ruidos (Normas Oficiales Mexicanas).

	Para reducir las emisiones sonoras, los vehículos y maquinaria de obra, adecuarán su velocidad en situaciones de actuación simultánea. Se deberá de dar cumplimiento a la normas 041, 042, 043 y 045 de la SEMARNAT. Se prohíbe la quema de los residuos producto del despalme o cualquier otro desperdicio inflamable.
Ruido	Se deberá de programar los trabajos en horarios los cuales no afecten a la población, igualmente los vehículos, equipos y maquinara que tenga que ver con el proyecto tanto en la PTAR como en el emisor deberán de cumplir la NOM 080 de la SEMARNAT.

Medio Biótico	**Medidas de Mitigación**
Flora Terrestre	Es mínima debido a que se trata de zonas perturbadas y la vida silvestre en especial de la flora su presencia es casi inexistente, quedando más que nada especies de tipo ruderal, en especial dentro de la PTAR y zona de instalación del emisor en su parte terrestre. En el caso que se llegara a dañar algún ejemplar arbóreo, desconforme con lo estipulado en la LEGEEPA y la ley Forestal se tendrá que reforestar en aéreas determinadas por la contratista la cantidad de árboles que comprendan el estipulado por los árboles talados. Preservar y en su caso replantar las especies arbustivas que resulten afectadas por la ejecución del proyecto, a predios y

	zonas circundantes con la finalidad de que sirvan como corredores de la fauna y refugios y reproducción de aves.
Fauna Terrestre	Es mínima debido a que se trata de zonas perturbadas y la vida silvestre en especial de animales su presencia es casi inexistente. Aun así se deberá de realizar un muestreo previo para detectar madrigueras o nidos y en el caso de encontrar estos se deberán de reubicar estos.
Flora Marina	Es mínima debido a que como se muestra en los videos la presencia de esta se limita únicamente a algunas algas adheridas a las rocas, muy escaso pasto marino por lo que su presencia es casi inexistente. Una vez instalado el emisor se deberá de colocar las piedras nuevamente en el sitio donde fueron removidas para afectar en lo mínimo a estas especies. Así como no se deberá tirar ningún material o sustancia producto de la maquinaria o equipos.
Fauna Marina	Aunque la fauna en este medio es abundante y diversa la afectación a esta será mínima ya que el agua que se verterá por medio de emisor con descarga subacuática tendrá la calidad que exige la NOM-001-SEMARNAT-1996 límites máximos permisibles para contaminantes básicos en aguas costeras, además que el estudio de modelación de la descarga del difusor del emisor dio una perfecta disolución del agua tratada, así mismo una vez instalado el emisor se deberá de colocar las piedras nuevamente en el sitio donde fueron removidas ya que estas de una u otra manera representa un refugio para diferentes organismos de este medio marino. También por posibles efectos en la productividad pesquera marina, se necesitara un sistema de monitoreo constante para ver afectaciones en las zonas productivas de la zona marina colindante a la descarga del emisor.

Micro Flora (mar)	Las especies del Fitoplancton presentes no tendrán alguna afectación siempre y cuando se le dé el mantenimiento correcto y puntual tanto a la PTAR como al emisor, y la calidad del agua sea la indicada en la norma 001 de la SEMARNAT.
Micro Fauna (mar)	Las especies del Zooplancton presentes no tendrán alguna afectación siempre y cuando se le dé el mantenimiento correcto y puntual tanto a la PTAR como al emisor, y la calidad del agua sea la indicada en la norma 001 de la SEMARNAT.
Migración	Es nula debido a que los trabajos en la instalación del emisor no afectaran para nada los procesos de dispersión de flora y fauna existentes, inclusive dentro de la PTAR se instalaran pasos de fauna para que no existan barreras físicas que impida el libre paso de la esta.
Paisaje	Los trabajos a realizar serán puntuales y de baja intensidad, por lo que al terminar los trabajos las alteraciones desaparecerán gradualmente, hasta desaparecer por completo, en lo que respecta al emisor este en la parte terrestre será subterránea por lo que al paso del tiempo desaparecerá la evidencia de los trabajos. En PTAR se tratara que los trabajos sean amigables con el entorno y no afecten el mismo.
Armonía Visual	Se deberá de no perturbar en lo más mínimo la zona de los trabajos para que al momento de finalizar estos queden lo más allegado a su forma original.

Medio Socioeconómico	Medidas de Mitigación
Economía Local	El proyecto ofrece empleos temporales locales por lo que contribuye a mejorar el ingreso económico de los trabajadores y la incentivación de la economía local. Considerando que durante la ejecución de los trabajos se requerirá del uso de maquinaria pesada y de equipo de instalación el cual requiere del suministro de combustibles, aceites y grasas lubricantes para su operación, los proveedores se verán directamente beneficiados al incrementar sus ventas de los mismos, lo cual traerá consigo impactos temporales benéficos significativos.
Higiene y Seguridad	Implementar programas periódicos de limpieza y recolección de residuos y transportarlos a los sitios de almacenamiento temporal, para que posteriormente sean transportados por la contratista o por el organismo operador al relleno Sanitario o tiradero controlado correspondiente. Con el objeto de evitar en lo posible conflictos viales a los usuarios de esta zona durante la ejecución de los trabajos de, la contratista deberá establecer un programa en el cual se contemplen los posibles horarios de carga y descarga de los materiales de construcción, además de que deberá instalar el señalamiento preventivo diurno y nocturno para evitar posibles accidentes. Durante el mantenimiento del emisor con descarga subacuática, se establecerán medidas de seguridad para evitar accidentes, que deberán ser cumplidas por todo el personal.

	Llevar a cabo el plan de seguridad e higiene que la constructora tenga vigente para cumplir con lo requerido por la autoridad competente de los trabajadores.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

VII.1. Pronósticos del escenario

Para el escenario ambiental sin proyecto y considerando la perturbación de cada componente y variable, la calidad del sistema ambiental revela que los componentes flora, fauna, paisaje y suelo son los más afectados en el actual escenario, esto se debe a las actividades turísticas desenfrenadas que se han desarrollado durante algún tiempo en los sitios cercanos o colindantes y a la presión que se da sobre el ecosistema con el crecimiento poblacional de la zona.

En el escenario actual el factor socioeconómico ya presentaba beneficios por todos los servicios con los que cuenta las comunidades, sin embargo debido a la creciente demanda poblacional que se da es necesario satisfacer las constantes necesidades que se generan.

Para el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación y considerando cada componente y variable, la calidad del sistema ambiental indica que los componentes y variables que presentarán mayor impacto son Paisaje, Suelo, y vegetación; mientras que para el componente socioeconómico los impactos serán benéficos.

Se espera que con el mejoramiento del sistema saneamiento se incremente los servicios en las comunidades que se verán beneficiadas por el proyecto, lo que repercutirá en un ingreso económico en la zona.

No se esperan modificaciones sustanciales en el escenario, ya que este ya ha sido modificado décadas atrás, sin embargo es importante recalcar la importancia de aplicar medidas preventivas y de mitigación así como la ejecución de programas ambientales para restaurar la calidad del sistema ambiental que se encuentre con un grado de deterioro.

El escenario con proyecto y con medidas preventivas y de mitigación propone que las medidas preventivas y de mitigación sugeridas son suficientes para excluir, minimizar, rectificar, reducir y/o compensar los impactos identificados y valorados, con lo que se contrarrestan los impactos causados por el proyecto. Se espera que el escenario funcione de la mejor manera, sin que altere la dinámica que existía antes de la realización de este proyecto.

Sin medidas de mitigación el ecosistema evidentemente se verá afectado en sus componentes, desde la preparación del sitio hasta su puesta en práctica; el único beneficio no será ambiental sino que se verá reflejado en la parte socioeconómica. Para evitar las afectaciones y/o mitigar los efectos adversos, principalmente ambientales, es imprescindible llevar a cabo acciones que coadyuven a remediar los daños.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

Programa de Vigilancia Ambiental

La mayoría de las obras civiles alteran las condiciones naturales del sitio donde se llevan a cabo, trayendo importantes desequilibrios ambientales, modificando el equilibrio natural de los ecosistemas y micro ecosistemas de diversas formas en cada una de las etapas del proyecto.

Por lo anterior, es necesario establecer de forma integral con el desarrollo de la obra una serie de medidas que minimicen los impactos negativos intrínsecos sobre todo en el medio natural derivados de su realización.

Este programa tiene como finalidad presentar una estrategia tendiente a restaurar zonas afectadas por el despalme en las áreas de trabajo, bancos de material, cortes de terreno así como de campamentos provisionales y otros.

El programa contempla, labores como por ejemplo las de reforestación, en los lugares que lleguen a presentar un importante grado de alteración no solo por el

proyecto si no por causas externas, que hacen más necesario aplicar medidas que promuevan su conservación desde el punto de vista biológico.

OBJETIVOS GENERALES.

- Implementar las medidas preventivas y de mitigación que puedan producirse por la rehabilitación, sustitución y ampliación de este proyecto, operación y mantenimiento de la PTAR, así como del emisor con descarga subacuática y sus obras anexas.

- Implementar las medidas de compensación que establezcan el compromiso de la empresa en el cuidado y conservación del ambiente, de forma particular en su área de influencia directa y en lo general en su área de influencia.

- Coadyuvar con las autoridades locales, estatales y federales, así como el resto de los sectores, haciendo énfasis en la población aledaña a la zona del proyecto en el cumplimiento del cuidado ambiental y productivo de la zona.

Este Programa de Vigilancia Ambiental deberá incluir por lo menos los siguientes componentes:

Aire

Durante los trabajos rehabilitación, sustitución, ampliación e instalación del emisor de este proyecto y la operación del mismo se tendrán impactos originados por:

Emisión de polvo y gases de combustión por fuentes móviles durante la preparación, rehabilitación, sustitución y ampliación de este proyecto y operación. El Promoverte vigilará que los vehículos particulares y de la empresa observen el cumplimiento de las disposiciones de control de emisiones que se establezcan en cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas, la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado y su Reglamento, para ello se dará mantenimiento a los vehículos para operar en condiciones apropiadas con el fin de evitar emisiones contaminantes a la atmósfera, al suelo y al agua (vertimiento de aceites). Se tendrá

estricto control al mantenimiento de la maquinaria para evitar problemas de contaminación con base en el plan de verificación y mantenimiento de cada equipo.

Los equipos a base de diésel deberán tener mantenimiento preventivo y vigilar el estado de los filtros para evitar emisiones contaminantes. Los vehículos a gasolina deberán operar en buen estado y cumplirán con bitácora de mantenimiento preventivo y responsable en cada equipo. Durante la operación de los vehículos, se evitara mantener encendido el vehículo en periodos prolongados de inactividad y se coordinaran los trabajos para evitar la utilización excesiva de unidades y maquinaria en un solo punto.

Durante las actividades de movimientos de tierras para preparación de sitio, excavaciones, cimentación e instalación de infraestructuras, se humedezcan periódicamente las estructuras y el suelo con agua, para evitar el arrastre de polvos por efecto del viento, así como los caminos de acceso y terracerías, considerando el uso de agua no potable. Se utilizaran caminos ya existentes y se les dispondrá de algún tipo de cobertura de grava que evite su erosión o ampliación durante las actividades de preparación, instalación y operación de la planta. Los camiones de transporte de materiales de demolición y construcción utilizaran cubiertas o lonas en sus cajas traseras. Para el caso de materiales producto del corte y nivelación del terreno, se tendrá un lugar donde se depositara que este cerca de caminos y se cuidara de mantenerlo humectado o cubierto para evitar su dispersión de polvos en lo que se procura su reúso o disposición final en sitio autorizado.

La aplicación de las medidas se hará de forma continua durante las tres etapas del proyecto y de forma intermitente durante el mantenimiento.

Las medidas aplicables se harán en cumplimiento de medidas establecidas en la normatividad aplicable:

- NOM- 041- SEMARNAT-2006
- NOM-043-SEMARNAT-2003

- NOM- 045- SEMARNAT-2006
- Bitácoras de mantenimiento de vehículos y equipos,
- Registro de condiciones de compactación
- Memoria fotográfica de las actividades de humectación de terracerías y tierras acumuladas.

RUIDO

Emisión de ruido durante las actividades por operación de maquinarias y equipos. Durante las actividades de rehabilitación, sustitución y ampliación de este proyecto se evitará la generación de ruido mediante la aplicación de las siguientes medidas:

Los vehículos y maquinaria se mantendrán en condiciones mecánicas adecuadas a fin de mantener lo más bajo posible los niveles de ruido. Se ofrecerá protección auditiva a todos los trabajadores de acuerdo al tipo de actividades que desarrolle, en las áreas donde se facilite y que se requiera, se instalaran silenciadores o amortiguadores de ruido, incluyendo los escapes de vehículos. Se evitara utilizar maquinaria en mal estado o que genere mucho ruido.

Durante los trabajos a realizar se mantendrá apagado el equipo en tanto no se esté utilizando. Se instalaran cajas acústicas para mitigar las emisiones de ruido en las carcasas de los equipos de construcción para que no se superen los 40 a 45 dB, se identificaran radios de amortiguamiento de acuerdo a los niveles de ruido generados, se localizaran zonas críticas o de mayor sensibilidad ambiental alrededor y en la colindancia del polígono para colocar barreras físicas o biológicas que ayuden a reducir el efecto acústico de las actividades u operaciones. Las fuentes puntuales generadoras de ruido (bombas, motores, etc.) que se utilicen durante los trabajos, se ubicaran en zonas menos sensibles ambientalmente y se definirán radios de protección para los trabajadores, evitando tener cantidad de trabajadores en zonas contiguas a la operación de maquinaria y evitar exposición prolongada a niveles altos de ruido.

La zona de campamento se ubicara en zona de mayor seguridad auditiva. Los generadores de electricidad a base de diésel se instalarán en zonas donde no se encuentren trabajadores o se protegerán con carcasas de mitigación acústica. Se efectuara monitoreo de niveles de ruido por actividad y se realizará un monitoreo de ruido perimetral durante la etapa de operación del proyecto y se registrara en bitácora de seguimiento, definiendo previo al inicio de actividades de preparación del sitio, una línea base de los niveles ruido existente en la zona del Proyecto.

La aplicación de las medidas se hará de forma continua durante las etapas del proyecto. Las medidas, se establecen en cumplimiento a las medidas de control de emisión de ruido de las fuentes fijas y móviles y sus métodos de medición establecidos en las Normas Mexicanas NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-81-SEMARNAT-1994, que establecen los niveles de ruido permitidos. Así como el cumplimiento de los límites de ruido en ambientes de trabajo, incluidos en la NOM-011- STPS-2001.

SUELO

Alteración de la calidad del suelo por derrame accidental de sustancias contaminantes Las medidas señaladas se realizaran durante las etapas de preparación de sitio, instalación de campamentos provisionales, rehabilitación, sustitución y ampliación de este proyecto y operación.

Las medidas se de manera general, durante toda la vida útil del proyecto, y se establecen en cumplimiento a lo establecido en la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento; NOM- 052-SEMARNAT-2005, y la Ley Estatal en la materia, así como la Normatividad aplicable de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social y autoridades en materia de protección civil y riesgo.

VEGETACIÓN TERRESTRE

Aunque en las áreas de trabajo para la PTAR como el emisor no cuenta con una diversidad amplia de especies vegetales, y solo se reduce a vegetación secundaria sedan las siguientes sugerencias para este punto.

Durante las actividades de preparación del sitio se deberá de realizar un censo de ejemplares pertenecientes a comunidades o especies raras, protegidas, o que estén dentro de algún estado de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que resulten afectadas por las acciones de preparación del sitio, se elegirán áreas con condiciones similares para el trasplante de éstos individuos previo cualquier acción de remoción de suelo, para posteriormente reubicar los individuos dentro del mismo ecosistema, se elaborara programa específico para la reubicación de ejemplares que incluirá mapa de zonas de recuperación y reubicación de ejemplares, copia de este programa será enviado a las autoridades para monitoreo de resultados y seguimiento.

Previo a cualquier movimiento de tierras y reubicación de ejemplares, se deberá realizar colecta de semilla de la zona, y evaluación de sitios de remplazo. Una vez construidas las instalaciones principales, se hará la revegetación del área con vegetación nativa propia del sitio, o de la zona, las cuales se integraran a un catálogo de especies factibles de utilizar, con ello se realizara proyecto de diseño e integración con el paisaje, respetando la vegetación de aquellas áreas que no tengan que ser despejadas de vegetación de forma inmediata.

Así mimo si se llegar a talar algún árbol (ejemplo alguna palmera) se deberá de restituir conforme lo especifica la ley.

FAUNA TERRESTRE Y MARINA

Se tratara de que los trabajos solamente se realicen en jornadas diurnas para no afectar la fauna nocturna, en horarios de 8 a 18 horas, así mismo se capacitara y sensibilizara a los trabajadores sobre la importancia de cumplir con todas las

medidas dispuestas para cuidar y preservar las características biológicas y ambientales de la zona tanto en la PTAR como en el emisor.

También se deberá de instalar trampas, las cuales se deberán de revisar diario y las que contengas algún organismo se procederá a llevar un registro de estos, para posteriormente soltarlos a una distancia de por lo menos 500 metros de la zona del proyecto. Se realizaran actividades orientadas a la búsqueda de rastros, zonas de reproducción, anidación y crianza, madrigueras y zonas de alimentación, antes de iniciar actividades de despalme y limpieza del terreno, para lo cual se realizara recorrido previo en la zona a despalmar, con el fin de ubicar las áreas donde se puedan albergar elementos de fauna silvestre, en cuyo caso se procederá a su captura, conservación, traslado y posterior reintroducción en áreas alternativas similares al de procedencia que serán determinados por biólogos especialistas que harán el reconocimiento, previo a la entrada de maquinaria en el predio, se efectuaran recorridos para ahuyentar a la fauna que pueda desplazarse. Se realizarán informes donde se señale con precisión las áreas críticas de presencia de fauna dentro de la zona del proyecto; así como una bitácora de registro de organismos avistados y rescatados y reubicados.

EMISOR

Una vez instalado y antes de poner en marcha dicho Emisor se elaborara un **programa de monitoreo** del efecto de la descarga de las agua tratada en el océano y sus efectos en el ecosistema marino y su productividad, se evaluara el efecto sinérgico de la salinidad y temperatura con algunos químicos (cloro, metales, pesticidas agrícolas) que generan afectación a organismos marinos (plancton, larvas, huevos de peces) en la zona de descarga.

Se evaluarán alternativas de dilución de las concentraciones antes de la descarga, que no afecten concentración de oxígeno disuelto, ni alteren sustancialmente las condiciones de sobrevivencia de especies de importancia comercial en la zona de

descarga por efecto sinérgico de los componentes de descarga. Las medidas aplicaran en las etapas de instalación y operación.

CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Se deberá sensibilizar mediante PROGRAMAS DE CAPACITACION A PERSONAL, sobre la importancia de cumplir con todas las medidas mencionadas, a fin de llevar a cabo un adecuado manejo de los procesos de la planta y la importancia y cuidado y protección ambiental que el lugar en donde se encuentra instalada la planta y el emisor deberá considerar para cuidar y preservar las características naturales y biológicas de la zona.

SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

El seguimiento de Programa de Vigilancia Ambiental comprende una medida de acciones previas para poderse coordinar con las autoridades locales, estatales y federales para su implementación, de igual forma el manejo de la información y coordinación con los diferentes sectores (social, educativo, privado) será importante para facilitar su implementación y monitoreo.

Es importante que dentro de este Programa queden establecidas las líneas de acción de los participantes, sus objetivos y alcances, así como la elaboración de un calendario corto, mediano y largo plazo de sus avances y cumplimientos.

Así mismo se propone una red de monitoreo para la calidad del agua para ir verificando que los parámetros que pide la norma 001 de la SEMARNAT se cumplan al pie de la letra.

En el anexo 9 esta tanto el Programa de vigilancia Ambiental como los demás programas que son parte integra del de Vigilancia.

VII.3 CONCLUSIONES.

Como resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de todas y cada una de las actividades y obras que comprenden el proyecto bajo las condiciones actuales del escenario ambiental, así como los impactos esperados, es posible concluir que el proyecto denominado **"PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA**, **CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA ".** Motivo del presente estudio **No modificará** drásticamente los procesos naturales ni la dinámica ambiental de la zona y de su área de influencia.

Teniendo como puntos específicos los siguientes:

- Si bien el ANP de islas coronado está dentro de SA, la zona que hace contacto con nuestro proyecto es la zona de amortiguamiento del ANP, aunado a esto las descargas del emisor al mar no llegaran a tocar dicha zona ya que como lo muestra el estudio hidrológico Marino la dilución de la descarga no será más allá de los 500 m.

- Las ampliaciones, sustituciones y rehabilitaciones de la PTAR serán dentro del terreno que actualmente ocupa esta, por lo que no se afectara flora o fauna más allá de los límites de la planta.

- La instalación del emisor con descarga subacuática no implicara remoción de vegetación terrestre, salvo vegetación secundaria y arbustiva, la cual no está dentro de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Sobre la línea del trazo del emisor con descarga subacuática, mar adentro no existe algún cuerpo u organismo coralino o poblaciones de macro algas que impida su instalación.

- La instalación del emisor con descarga subacuática no creara barreras y/o fronteras geográficas que impidan el flujo de los organismos, tanto en mar adentro como en la zona de playa.

- El emisor se diseñara para que sea amigable con el entorno marino e incluso que a largo plazo sustente vida marina, al crear con sus anclajes refugios artificiales.

El proyecto será benéfico para las actividades comerciales, turísticas y de servicios que se proporcionen.

Por lo expresado anteriormente, se considera que la infraestructura proyectada aquí conviene a la región, al desarrollo del sistema de saneamiento del municipio, la cual queda condicionada a los requerimientos y cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación señaladas en el cuerpo de este documento.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 formatos de presentación

VIII.1.1 planos definitivos

Ver anexo 5

VIII.1. 2 fotografías

Ver anexo 2

VIII.1.3 videos

Se adjunta video del lecho marino

VIII.1.4 listado de flora y fauna

Se anexaron en el escrito

VIII.2 otros anexos

Esta información se localiza en los anexos contiguos.

VIII.3 glosario de términos

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ÁREA URBANA.- Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

ÁRBOL.- Planta leñosa cuyo tallo forma un tronco evidente y en la parte superior se ramifica formando una copa, generalmente se les considera con una altura mayor de 3 metros.

ARBUSTO.- Planta leñoso cuyo tallo se ramifica en la base y no forma un tronco propiamente dicho, se les considera con una altura menor a los 3 metros.

IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO O RELEVANTE.- aquel impacto ambiental que, una vez ponderado en términos de su magnitud, cobertura e importancia, se estima que pudiera rebasar: la tasa de renovación (para los recursos naturales renovables), la capacidad de recepción de un espacio dado del territorio o la capacidad de asimilación de la zona de influencia del proyecto.

COBERTURA.- Área que cubre la superficie del suelo el haz de proyección vertical del cuerpo de una planta o un conjunto de plantas.

DURACIÓN.- El tiempo de duración del impacto, por ejemplo, permanente o temporal.

EMISOR.- Conducto mediante el cual se bombea el agua residual, después de un tratamiento primario, para conducirla a una cierta distancia de la costa. Al final de la tubería se instala un tramo de tubo perforado, llamado difusor, que facilita la difusión del agua servida en el cuerpo receptor.

ENDÉMICO.- Especies con áreas de distribución geográficamente restringidas, en una región determinada.

ESPECIE.-Unidad básica de clasificación de los organismos que son parecidos entre sí y por Fecundación producen descendencia fértil.

ESTRATO.-Porción de la masa de la comunidad vegetal, contenida dentro de los límites determinados de alturas.

FAUNA.- Conjunto de especies animales que vive en un determinado lugar y clasificación y descripción sistemática de las mismas.

FITOPLANCTON.- Conjunto de los organismos acuáticos autótrofos del plancton, que tienen capacidad fotosintética y que viven dispersos en el agua. El nombre proviene de los términos griegos, φύτον (*phyton*, "planta") y πλαγκτος ('plánktos', 'vagabundo' o el que va dando tumbos').

HÁBITAT.- Ambiente natural de un organismo especifico, lugar donde vive.

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

MEDIDAS DE PREVENCIÓN.- Son las actividades u acciones que se toman para evitar que ocurra un impacto durante la ejecución de un proyecto.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN.- Acciones que se realizan para moderar o disminuir los impactos que se generen por la construcción de un proyecto.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN.- Son aquellas acciones o actividades que se realizan una vez que ha ocurrido un impacto para corregir sus efectos o resarcir los daños ocasionados.

ORGANISMO: Entendemos por organismos a todos los seres vivos que componen los diferentes espacios del planeta Tierra y que pueden variar enormemente en forma, características y elementos primordiales, pasando de microorganismos a gigantescos animales de más de cien metros de largo. Todos los organismos

suponen la presencia de materia así como también una interacción permanente entre el interior y el exterior o medio ambiente a través de diverso tipo de relaciones biológicas.

PERTURBADO.- Alterado directa o indirectamente por el hombre.

RED FLUVIAL.- Conjunto de corrientes, superficies temporales y permanentes de un determinado territorio. Su configuración en plano está controlada por diversos factores como el relieve, la litología neo-tectónica y otros.

RESIDUOS SÓLIDOS.- Materiales de deshecho que provienen de actividades que se desarrollan en asentamientos humanos, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso o residuos sólidos municipales.

SUSTANCIA PELIGROSA.- Aquélla que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica pueden ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

TIPO DE VEGETACIÓN.- Comunidad vegetal determinada por la fisonomía de sus componentes, de una población.

VEGETACIÓN SECUNDARIA.- Comunidad vegetal derivada de la perturbación de la vegetación original y que presenta un estado de sucesión (regeneración) avanzado.

ZOOPLANCTON.- Se denomina zooplancton a la fracción del plancton constituida por seres que se alimentan, por ingestión de materia orgánica ya elaborada. Está constituido por protozoos, es decir, protistas diversos, fagótrofos que engloban el alimento fagocitándolo. También por larvas de animales más grandes, como

esponja, gusanos, equinodermos, moluscos o crustáceos, y de otros artrópodos acuáticos, así como formas adultas de pequeño tamaño de crustáceos como copépodos o cladóceros, rotíferos, y fases juveniles de peces (alevines).

BIBLIOGRAFÍA.

- Alvarez, L.G., Godínez, V.M. y Lavín, M.F. (1990). Dispersión en la franja costera de Tijuana, Baja California. Near-shore dispersión off Tijuana, Baja California. Ciencias Marinas, 16(4): 87-109.
- Anderson, D. L. T. y P. B. Rowlands. 1976. The role of inertia-gravity and planetary waves in the response of a tropical ocean to the incidence of an equatorial Kelvin wave on a meridional boundary. *Journal of Marine Research,* 34:295-312.
- Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tijuana 2014. Diciembre 2014 Versión Final Número de expediente: PP14/02004/AE/1/0002 Número de Obra: 402004PP003128 Municipio de Tijuana, Baja California Norte.
- Bojórquez, T. L.A. 1988. Las Evaluaciones de Impacto Ambiental (Conceptos y Metodologías). Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz BCS.
- Brañes, Raúl. 1994. *Manual de Derecho Ambiental Mexicano*. FCE. México.
- Canter Larry W. 1998. *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. Mc Graw Hill. Colombia-España.
- CCE y CESPEDES. 2001. *Sustentabilidad Ambiental Comparada en las Entidades Federativas de México*. Consejo Coordinador Empresarial. Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) México.
- Cervantes, F.A., Castro, A. y Ramírez, J. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología 65.
- CIIFEN. 2009. El Niño/ La Niña Hoy. OMM. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2005. “Estudio Previo Justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de California”. México, D.F., pp. 169 más 3 anexos.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2012. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida con la

categoría de Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Sudcalifornianо, localizada frente a la costa occidental de la Península de Baja California, México, 113 páginas + 5 anexos. Noviembre 2012.

- Conesa Fdez.-Vítora, V. 1996. *Instrumentos de la Gestión Ambiental en la Empresa*. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Conesa Fdez.-Vítora. 1995. *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- De la Lanza-Espino, G. 2001. *Características físicas y químicas de los mares de México*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México y Plaza-Valdez, México, D.F. 149 pp
- May, R.E Ike, D.L. 1981. Coronado Islands, Baja California, Mexico: research design. Pacific Coast Archaeological Society Quarterly 17:43-62.
- Enfield, D. B. y J. S. Allen. 1980. On the structure and dynamics of Monthly mean sea level anomalies along the Pacific Coast of North and South America. *Jornal of Physical Oceanography,* 10:557-578.
- Flores, O y P. Gerez. 1994. *Diversidad y Conservación en México:* Vertebrados, Vegetación y Uso del Suelo. UNAM y CONABIO. México. D.F.
- -García, E. 1983. Apuntes de Climatología. Tercera Edición. México.
- -García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Cuarta Edición. México.
- Gómez, Valdéz, J. y Vélez, Muñoz, H. S. 1982. Variación estacional de la temperatura y salinidad en una región costera de la Corriente de California. *Ciencias Marinas,* 8(2): 167-178.
- Gómez-Pompa, Arturo. 1985. *Los Recursos Bióticos de México*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Edit. Alhambra Mexicana, S.A de C.V. México.
- Hernández-Walls, R. (1986). Circulación inducida por el viento en la zona costera. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, 73 pp.
- INEGI. 2015. Anuario Estadístico del Estado de Baja California.

- INEGI. 2000. Síntesis Geográfica del Estado de Baja California y anexo cartográfico. INEGI. México. 2 tomos.
- Kosro, P.M. (1987). Structure of the coastal current field off northem California during the coastal otean dynamics experiment. J. of Geophysical Research, 92(C2): 1637-1654.
- Lara-Lara, J.R., *et al.* 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en *Capital natural de México,* vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* Conabio, México, pp. 109-134.
- Magaña, V. O., J. L. Pérez, C. conde, C. Gay y S. Medina. 1997. El fenómeno de El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS) y sus impactos en México.
- Margalef, R. 1985. Primary production in upwelling areas: Energy, global ecology and resources. Simposio internacional sobre áreas de aloramiento en el oeste africano. Barcelona. Instituto de Investigaciones Pesqueras.
- Morales Chávez, R. (1989). Evaluación de la contaminación en la porción marina frente a Tijuana y Rosarito, B.C. Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada, Secretaria de Marina. Reporte no publicado, 9 pp.
- Ochoa, Y. y Ojeda-Revah, L. (2017). Conservación de vegetación para reducir riesgos hidrometereológicos en una metrópoli fronteriza [Vegetation conservation to reduce hidrometeorological risks on a border metropoli]. *Estudios Fronterizos, 18*(35), 47-69, doi:10.21670/ref.2017.35.a03
- Parés-Sierra A, López M, Pavía E. 1997. Oceanografía Física del Océano Pacífico Nororiental. En: M. Lavín (ed). Contribuciones a la Oceanografía Física en México Monografía 3, Unión Geofísica Mexicana 1–24.
- Parés-Sierra, A., López, M. y Pavía, E. G. 1997. Oceanografía Física del Océano Pacífico Nororiental. En: M. F. Lavín (Ed.) Contribuciones a la oceanografía Física en México, No. 3. Unión Geofísica Mexicana, p. 1-24.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.
- Plan Estatal de Desarrollo 2020-2024
- Plan Municipal de Desarrollo 2020-2021.
- Programa Frontera 2020.

- -Ramírez-Pulido, J., R. López-Wilchis, C. Müdespacher e I. Lira. 1983. Lista y Bibliografía Reciente de los Mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Reid, J., G. Roden y J.Wyllie. 1958. Studies of the California Current System. CalCOFI Rep., 27-57.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Edit. Limusa. México.
- Romeo, E. 1995. El arrecife como recurso.CONABIO. Biodiversitas 3:8-13.
- Rzedowski, J. (1992) *Diversidad del universo vegetal de México*: perspectivas de un conocimiento sólido. In Sarukhán, J. y Dirzo, R. (comp.), México Ante los Retos de la Biodiversidad. CONABIO, México.
- Rzedowski, J. (1996) *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México*. In Llorente, J., García-Aldrete, A.N. y González-Soriano, E. (eds.), Hacia una Síntesis de su Conocimiento. CONABIO/UNAM, México.
- DOF, 2012, SAGARPA. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo para la Pesquería de Macroalgas en Baja California, México. noviembre de 2012.
- SEMARNAP. *Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1994-2000*. Programas de Desarrollo Sustentable de Regiones Marginadas Campesinas e Indígenas (Proders) 2000.
- SEMARNAP-INE.1999. *Areas Naturales Protegidas de México*. Una Guía Interactiva. Multimedia Mediacorp. México. Versión Macintosh/PC.
- Sverdrup, H. U. 1938. On the Explanation of the oxygen minima and maxima in the oceans. *ICES Journal of Marine Science,* 13:163-172.
- Sverdrup, H.U., M.W. Johnson y R.H. Fleming. 1942. The Oceans. Prentice-HalJ, NewYork, 1087 pp.
- Styles, B.T. 1993. *Genus Pinus: a mexican purview*. In Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y Fa, J. (eds.), Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution. Oxford University Press, Oxford.
- Winant, C.D. and Bratkovich, A.W. (1981). Temperature and currents on the Southem California Shelf: A description of the variability. J. of Physical Oceanography, 11(1): 71-86.

- Winant, C. D., R. C. Beardsley, and R. E. Davis, Moored wind, temperature, and current observations made during Coastal Ocean Dynamics Experiments 1 and 2 over the northern California continental shelf and upper slope, J. Geophys. Res., 92(C2), 1569 – 1604, 1987.
- Wilkinson, T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla. 2009. Ecorregiones Marinas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 200 p.

LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS

- Ley de Aguas Nacionales. D.O.F. Diciembre de 1992.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. D.O.F. Enero de 1994.
- Ley General de Bienes Nacionales 2010.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. D.O.F. 25 de Febrero de 2003.
- Reglamento de la Ley Forestal. D.O.F. 25 de Septiembre de 1998
- Ley General de Asentamientos Humanos. D.O.F. 21 de Julio de 1993.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. D.O.F. 28 de Enero de 1988, modificada el 13 de Diciembre de 1996.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. D.O.F. 30 de Mayo de 2000.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. D.O.F. 25 de Noviembre de 1988.
- Ley General de Vida Silvestre. D.O.F. 3 de Julio de 2000.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. D.O.F. 29 de Diciembre de 1976,
- Reglamento para el Transporte Terrestre de materiales y Residuos Peligrosos. D.O.F. 7 de Abril de 1993.
- Ley de Protección al Ambiente y al Equilibrio Ecológico del Estado de Baja California.
- Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (POEGT).
- Plan Estatal de Desarrollo Baja California 2020-2024.
- Plan Estratégico de Baja California 2013-2019
- Plan Municipal de Desarrollo Tijuana 2020-2021.
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro De Población Tijuana 2010-2030
- Normas Oficiales mexicanas (varias).

INTERNET.

- http://www.semarnat.gob.mx
- http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#http://www.inegi.org.mx
- http://www.conabio.gob.mx
- http://www.BajaCalifornia.gob.mx
- http://sigeia.gob.mx

ANEXOS

I. Documentos legales
II. Fotos
III. Mapas
IV. Topografía, aforos y calidad del agua PTAR
V. Planos
VI. Matriz de Leopold
VII. Estudio Hidrológico Marino
VIII. Videos del Lecho Marino
IX. Programas Ambientales Varios.

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

"PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA"

FEBRERO 2021

CONTENIDO

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....7

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.....89

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL. 111

IV. RESUMEN.....119

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....121

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. diagrama de bloques tren de tratamiento de agua residual. 14

Ilustración 2. diagrama de bloques tren de tratamiento de lodos y sistema de cogeneración. 15

Ilustración 3. DFP de la PTAR San Antonio de los Buenos. 33

Ilustración 4. Ilustración esquemática de una planta de tratamiento. 38

Ilustración 5 Tipos de tratamiento distribuidos en las PTAR. 38

Ilustración 6 Esquema conceptual de la producción, tratamiento y uso de biogás (Tetra Tech) 46

Ilustración 7 Funcionamiento de esfera de almacenamiento de biogás 48

Ilustración 8. Quemador abierto. 49

Ilustración 9 Tren de tratamiento de biogás.....50

Ilustración 10 Tratamiento mínimo requerido para la limpieza del biogás.....62

Ilustración 11. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2018).....71

Ilustración 12. Emergencias químicas por tipo.....72

Ilustración 13. Características por medio de transporte de emergencias químicas. 72

Ilustración 14. Gráfica de denuncia popular recibidas en PROFEPA 2018. 73

Ilustración 15. Emergencias notificadas por tipo de industria en PROFEPA 2018. 74

Ilustración 16. Radios de afectación del evento E001.....100

Ilustración 17. Radios de afectación del evento E002.....101

Ilustración 18. Radios de afectación del evento E003.....102

Ilustración 19. Radios de afectación del evento E004.....103

Ilustración 20. Radios de afectación del evento E005.....104

Ilustración 21. Radios de afectación del evento E006.....105

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Programa general de trabajo. 12
Tabla 2. Dimensiones finales del Sedimentador Primario. 16
Tabla 3 Dimensiones finales del Sedimentador Secundario. 17
Tabla 4 Parámetros de diseño del reactor de lodos activados. 20
Tabla 5 Parámetros biocineticos para zanjas de oxidación. 21
Tabla 6 Resumen de diseño de las zanjas de oxidación 22
Tabla 7 Diseño del tanque de contacto de cloro. 23
Tabla 8 Criterios y características de diseño de la mesa de espesado de lodos. 27
Tabla 9 Resumen de diseño del digestor anaerobio. 28
Tabla 10 Características y consideraciones de diseño del deshidratado mecánico (ZO|). 28
Tabla 11 Características y consideraciones de diseño del deshidratado mecánico. 30
Tabla 12 Balance de materia del tren de agua de la PTAR San Antonio de los Buenos. 34
Tabla 13. Continuación, Balance de materia del tren de agua de la PTAR San Antonio de los Buenos. 35
Tabla 14 Balance de materia del tren de la PTAR San Antonio de los Buenos 35
Tabla 15. Eficiencias de remoción del proceso de zanjas de oxidación. 36
Tabla 16 Datos esenciales para el modelo de producción de biogás 40
Tabla 17 Cálculo de lodo primario 41
Tabla 18 Estimación de generación de lodo secundario 42
Tabla 19 Estimación de generación de biogás y metano 43
Tabla 20 Estimación de generación de energía eléctrica 44
Tabla 21 Tipos de tanques de almacenamiento 47
Tabla 22 Tratamientos, contaminantes y tecnología disponible para la limpieza del biogás 51
Tabla 23 Especificaciones de la calidad del biogás 58
Tabla 24 Calidad de biogás requerido para unidades de cogeneración CAT 58

Tabla 25 Equipos utilizados para la cogeneración de electricidad y calor en PTAR 59

Tabla 26 Equipos utilizados para la limpieza del biogás y su función 62

Tabla 27 Balance de masa en los equipos principales de limpieza.....64

Tabla 28. Equipos de almacenamiento.....67

Tabla 29. Equipos de proceso y auxiliares 68

Tabla 30. Sustancias involucradas en las emergencias químicas en México.....71

Tabla 31. Antecedentes de accidentes e incidentes. 77

Tabla 32. Fugas reportadas por European Pipeline Incident (Europa).....78

Tabla 33. Accidentes reportados por fugas, fuente O.P.S. 79

Tabla 34. Causas más comunes de accidentes de ductos. 79

Tabla 35. Accidentes por fugas de sustancias.....80

Tabla 36 Criterios de aceptabilidad de riesgo 81

Tabla 37 Definiendo a las consecuencias mediante los siguientes términos: 81

Tabla 38 Probabilidades.....82

Tabla 39 Nivel de riesgo.....82

Tabla 40 Descripción cualitativa de riesgo.....82

Tabla 41. Identificación preliminar de riesgos en la Cogeneración. 85

Tabla 42. Identificación de riesgos. 87

Tabla 43. Valores de exposición del gas. 98

Tabla 44. Zonas de interacción de los eventos E005 y E006.....108

ANEXOS

Anexo I.

- Promovente.

Anexo II.

- Planos y cartografía.

Anexo III.

- Hoja de Seguridad de la sustancia.

Anexo IV.

- Memoria de cálculo de las simulaciones
- Radios de afectación.

Anexo V.

- Informe Técnico.

Anexo VI.

- Responsable técnico.

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El presente análisis es elaborado para solicitar la autorización en materia de riesgo del proyecto **"Proyecto de Construcción, Modernización y Rehabilitación de la PTAR San Antonio de Los Buenos, en el municipio de Tijuana, Baja California, con actividad altamente riesgosa"**, sin dejar de mencionar que este documento se encuentra basado en la Guía para la presentación del Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo, publicado en el portal de la SEMARNAT, mediante el tramite SEMARNAT-04-002-B, Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular; Modalidad B: Incluye Actividad Altamente Riesgosa, en la siguiente dirección electrónica:

https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-04-002-b

I.1 Bases del diseño

La distribución territorial de la población en México se ha caracterizado, al igual que otros países latinoamericanos, por dos fenómenos demográficos predominantes: la concentración y la dispersión poblacional. Esta dualidad se expresa en un alto volumen de población localizado en un número reducido de ciudades, al mismo tiempo que se presenta un gran número de asentamientos humanos dispersos a lo largo del territorio nacional. De acuerdo a la problemática establecida en la Manifestación de Impacto Ambiental del presente proyecto, se tiene contemplado que se cumpla con lo señalado en la normatividad aplicable a lo que se va a realizar.

Para el caso del municipio de Tijuana, presenta las siguientes características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos (Ver **Anexo II**, cartografía de la zona).

- Inestabilidad de laderas

Este fenómeno responde a factores inevitables como pendientes naturales, atracción gravitacional, debilitamiento de materiales, presencia de agua y estructura geológica. El proceso puede suscitarse, e incluso acelerarse por actividades propias del desarrollo urbano o por eventual

manifestación de sismo. Las diferentes variedades de movimiento de masas identificadas en Tijuana, son: Caídas de bloques, Deslizamientos de ladera, Flujos de detritos (materiales sueltos),

La manifestación de movimientos de masas en Tijuana, tradicionalmente ha sido explicada en función de la precipitación pluvial invernal característica de la región, sin embargo, pueden acontecer eventos “fuera de temporada”.

- Tsunamis

Aunque las costas de la península de Baja California tienen muy baja probabilidad de generar este fenómeno, no se considera sean productoras directas de tsunamis de origen local. La costa del Pacífico es la más vulnerable al arribo de este tipo de fenómenos de origen lejano que proceden de la fuente sísmica más activa del mundo, el Cinturón Sísmico Circumpacífico. Mientras que, en el Golfo de California, la posibilidad de ocurrencia de tsunamis es mínima porque el desplazamiento de las fallas en su lecho marino es horizontal.

- Sequías

En Baja California la sequía es por las siguientes causas: 1.- meteorológica se asocia a la falta de agua por precipitación atmosférica, el grado de sequía se calcula mensualmente en tres estaciones, Mexicali, Valle de las Palmas y Ensenada. Los veranos son secos y pocas lluvias en el invierno. 2.- Climática cuando las lluvias de un ciclo anual o varios años son por debajo de lo normal (Atlas Mexicali, UABC, 2011)

- Tormentas de granizo

En Tijuana solo hay registros de dos días con granizo en diferentes fechas. La primera granizada ocurrió el 31 de marzo de 1998, sólo afectó el oriente de la ciudad dejando una capa de 15 cm de espesor. La segunda granizada ocurrió el 15 de febrero de 2008 a causa de una tormenta proveniente de Alaska, afectando sólo en las zonas montañosas del municipio. (CENAPRED, 2014).

la frecuencia de granizadas en Tijuana es esporádica, por lo que no se considera como un peligro relevante en el municipio (Atlas de Riesgo del Municipio de Tijuana, 2014).

- Tornados

Para el caso de Tijuana no se han registrado tornados.

- Vientos y tormentas de polvo

Los vientos se rigen por perturbaciones atmosféricas. Los vientos dominantes se disponen en una serie de cinturones alrededor del globo terrestre. El comportamiento del viento también varía según

sea la época del año (fascículo INEGI, 2002). Para la región del Noroeste de México se presentan ya sea por un ciclón tropical o por condición Santa Ana. Para Tijuana, el viento más recurrente, con frecuencia cada año y que causa daños al Estado de Baja California es el viento Santa Ana.

Un viento Santa Ana es un viento seco, a veces caliente y con mucho polvo en el suroeste de California y norte de Baja California que sopla hacia el oeste a través de los cañones hacia las zonas costeras. Los vientos Santa Ana son un fenómeno estacional, ocurren mayormente en el otoño, invierno y primavera, tendiendo el máximo en diciembre. Suele tener su origen cuando el aire frio se esparce hacia el sur en la Gran Cuenca, atrapado entre las rocas del Este y las Sierras, con la cordillera de la costa al Sur de California. Esta masa de aire fría se caracteriza por la alta presión cerca de la superficie de la tierra. Los vientos son impulsados en el sur de California hasta el norte de Baja California cuando la presión de esta masa de aire exterior excede la presión a lo largo de la Costa (http://meteora.ucsd.edu/).

La Condición de Santa Ana es un mecanismo que contribuye sustancialmente a la fertilización del océano de la Península de Baja California. Esto ocurre normalmente de octubre a marzo, generan tormentas de polvo, que pueden afectar a la salud de la población y promueve la propagación de incendios forestales por la falta de humedad en el aire (CICESE, 2011).

El principal peligro que generan estos vientos son los incendios forestales, por lo tanto, se da mayor énfasis al desarrollo de peligro por incendios forestales.

- Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas en México ocurren entre mayo y octubre. Se presentan con mayor frecuencia durante horas de la tarde o de la noche. Además, su ámbito es local o regional y son intermitentes como resultado de la topografía del país (UNAM, 2007). Así, el promedio anual de días con tormenta es de 30 y el máximo es de 100 sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del Norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal.

En Tijuana no se han presentado tormentas eléctricas con recurrencia anual, el fenómeno es esporádico pues la precipitación en los meses de tormentas es escasa. Puede considerarse un peligro no recurrente en Tijuana.

- Incendios forestales

Los incendios forestales en Baja California representan un peligro muy latente derivados de la sequía, vientos Santa Ana y la acción del hombre. Estos incendios abarcan toda la península, por

tanto, incluyen a Tijuana. Los incendios históricos muestran las causas de los incendios, los cuales han ocasionado muchos daños y pérdidas a la población.

La Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), promovente del proyecto denominado **"Proyecto de Construcción, Modernización y Rehabilitación de la PTAR San Antonio de Los Buenos, en el municipio de Tijuana, Baja California, con actividad altamente riesgosa"** la cual se ubica en la localidad de Punta Bandera, en las coordenadas geográficas 32°28'26" de latitud Norte, 117° 06' 54" de longitud Oeste. Previo a las actividades de construcción y operación del proyecto, el promovente establece que el proyecto ha sido diseñado para dar cumplimiento a la normatividad vigente:

Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

- Capítulo C.1.3 "Diseño por Sismo"
- Capítulo C.1.4 "Diseño por Viento"
- Capítulo C.2.5 "Tanques y Depósitos

Instituto Americano de Construcciones de Acero (AISC), Manual de Construcción de Acero, Octava Edición, Especificaciones de Diseño, Fabricación y Montaje de Edificios de Estructura Metálica, 1978.

- **Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Tijuana, Baja California**
- **Instituto Americano de Construcciones de Acero (AISC), Manual de Construcción de Acero, Octava Edición, Especificaciones de Diseño, Fabricación y Montaje de Edificios de Estructura Metálica, 1978.** Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.
- **Código A.S.M.E. (sección IX)- soldaduras**. El diseño basado en el estándar A.P.I. 650 se auxilia del Código A.S.M.E. (sección IX) el cual brinda los alineamientos a seguir en la unión y/o soldado de materiales de construcción. El Código A.S.M.E. sección IX, establece que toda junta soldada deberá realizarse mediante un procedimiento de soldadura de acuerdo a la clasificación de la junta, la aplicación del código durante la construcción de los tanques se llevó a cabo por personal con un certificado que lo acredito como soldador calificado.
- **Normas A.S.T.M.** La elección de los materiales de construcción de los equipos principales, auxiliares y de servicios fue de acuerdo a las normas ASTM.
- **STANDAR A.P.I. 650** el cual es para el diseño y construcción de tanques de almacenamiento a presión atmosférica. Este estándar cubre aquellos tanques en los cuales

se almacenan fluidos líquidos y están construidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc., y diseñados para soportar una presión de operación atmosférica o presiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y una temperatura de operación no mayor de 93 °C (200 °F).

- **STANDAR A.P.I. 620** para tanques de almacenamiento sometidos a presiones internas cercanas a 1 Kg/cm^2 (14 lb/pulg^2). Este estándar cubre el diseño y construcción de tanques de grandes dimensiones de acero al carbono, operados a media presión, verticales, sobre la superficie y con temperaturas no mayores a 93 °C. El rango de presiones que admite éste estándar es de 18 kPa < Presión interna ≤ 103.4 kPa.
- **Códigos y Normas NFPA.** La instalación cuenta con una red contra incendios las cuales siguen las recomendaciones de NFPA y medidas de Protección Civil Municipal.
- **NOM-001-SEMARNAT-1996**, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.
- **NOM-004-SEMARNAT-2002**, Protección ambiental. - Lodos y biosólidos- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

I.1.1 Proyecto civil

- **Descripción de las obras y actividades.**

Las obras y actividades que se llevarán a cabo para la construcción, son las siguientes:

a) Instalación de servicios de apoyo como:
   i) Campamentos, oficinas, etc.
   ii) Almacenes de material, maquinaria y equipo.
b) Explotación de bancos de material (si fuera el caso):
   i) Extracción.
c) Acarreo de material de banco.
d) Suministro de materiales, cemento, varilla, malla etc.
e) Transportación de agua en pipas con capacidad de 10,000 litros.
f) Suministro de combustible -gasolina y diésel para la maquinaria y equipo mediante tambos de 100 litros en vehículos especiales.
g) Trabajos de ampliación, rehabilitación y sustitución de PTAR.
h) Instalación de emisor con descarga subacuática.

i) Construcción de obras complementarias:

j) Señalamientos:

  i) Reubicación de señales: restrictivas, preventivas e informativas.

k) Acarreo de materiales sobrantes.

l) Utilización de bancos de tiro.

m) Desmantelamiento de instalaciones de apoyo al concluir la etapa de construcción.

n) Limpieza del sitio.

Con base a lo anterior se presenta el programa general de trabajo, en un periodo de tiempo de 24 meses, para la realización de los trabajos de preparación de sitio y construcción del proyecto.

Tabla 1. Programa general de trabajo.

ACTIVIDAD	TIEMPO MESES																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17…24
Despalme	→																
Trazo y Nivelación		→	→	→	→	→	→										
Excavación			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Construcción, rehabilitaciones y sustituciones PTAR				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Instalación de emisor y descarga				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Rellenos				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Limpieza	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

I.1.2 Proyecto mecánico

Para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento seleccionados para la Ingeniería Básica y la selección de los equipos se recurrieron a las fuentes técnicas nacionales e internacionales reconocidas como son:

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, CONAGUA 2015.

Manual of Practice No. 8 “Design of Municipal Wasterwater Treatment Plants” WEF.

Wastewater engineering Treatment and Reuse 4th edition. Metcalf & Eddy

Así mismo, el diseño de las unidades de procesos y los procedimientos propuestos para la rehabilitación de la planta de tratamiento de San Antonio de los Buenos cumple entre otras con las siguientes normas y criterios de diseño:

- ✓ Normas Oficiales Mexicanas
- ✓ CONAGUA Lineamientos de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- ✓ ANSI American National Standard Institute
- ✓ CFE Comisión Federal de Electricidad
- ✓ CEA-Normas Técnicas para la elaboración de proyectos de agua potable
- ✓ SIDUE alcantarillado sanitario, actualización 2009.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

Actualmente se tiene considerado contar con extintores de 4.5 kg, en todas las áreas de la planta de tratamiento, esto con base a la norma NOM-002-STPS-2010, el proyecto no considera un sistema de manejo de agua a presión (hidrantes), ni sistemas auxiliares, sin embargo, en el área donde se va a generar biogás debido al riesgo de incendio de la sustancia (Metano (CH4) a generar y manipular se implementarán extintores de 9 kg.

1.2. Descripción detallada del proceso

Actualmente la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) San Antonio de los Buenos, tiene un sistema que se ha visto rebasado en su volumen de agua que recibe, además no se cumplen con las concentraciones de contaminantes establecidos para descargas de agua residual, por lo que se hará una modificación completa a la PTAR y que además incluirá la instalación de un sistema de cogeneración de gas metano, con el objetivo de abastecer de energía eléctrica dentro de la PTAR y reducir costos operativos, enseguida se muestran los diagramas de bloques del tren de muestreo de agua residual, tren de tratamiento de lodos, sistema de cogeneración de gas metano:

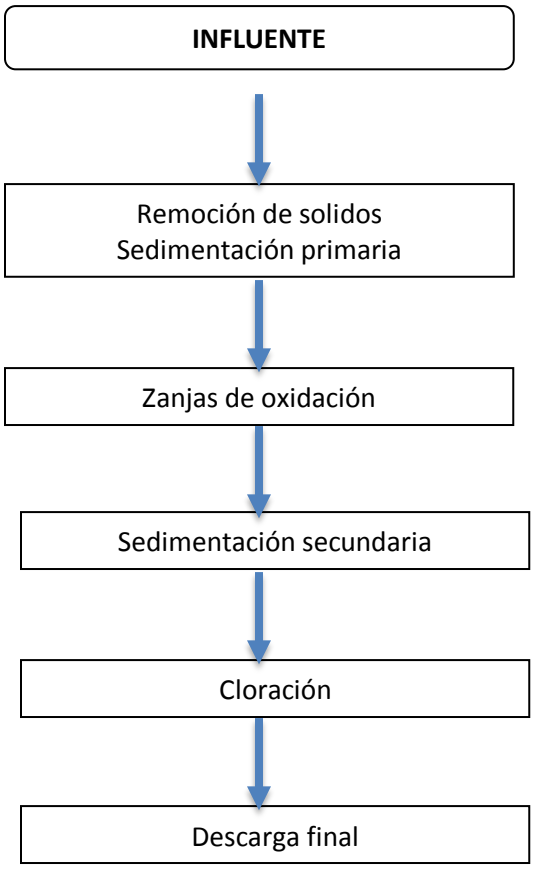


Ilustración 1. diagrama de bloques tren de tratamiento de agua residual.

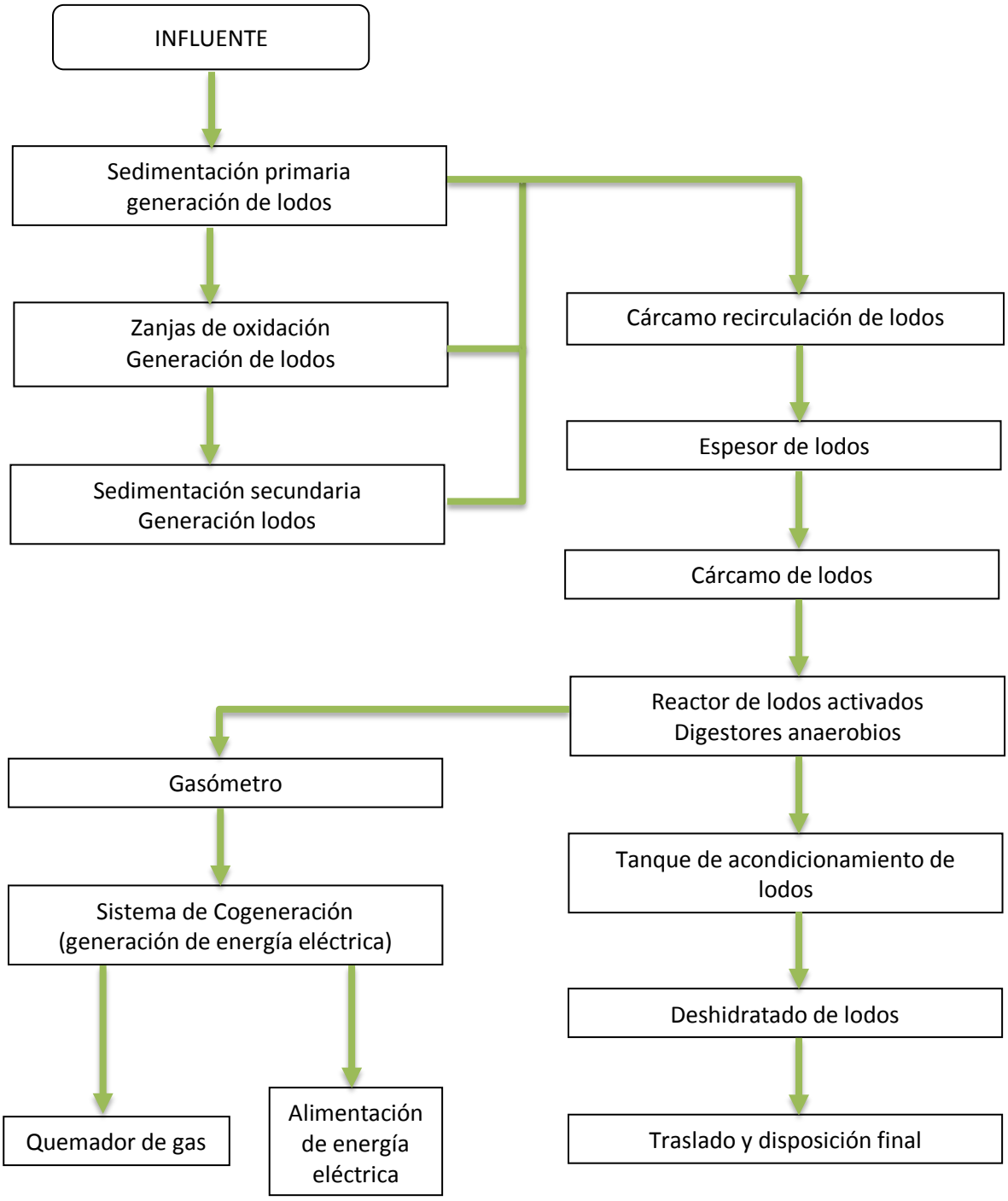


Ilustración 2. diagrama de bloques tren de tratamiento de lodos y sistema de cogeneración.

En base a diagrama de flujo anterior, a continuación, se hace una descripción de los procesos que desarrollara el proyecto:

Tratamiento Primario

Esta operación se utiliza para remover partículas en suspensión más pesadas que el agua. En esta unidad se efectúa la sedimentación de tipo floculante, la cual se caracteriza porque durante su descenso las partículas se adhieren entre sí, modificando su tamaño, forma y densidad, la eficiencia del proceso es función de la carga hidráulica superficial y del tiempo de retención. El tanque está provisto de rastras mecánicas para concentrar los lodos en una tolva. El fondo del tanque con pendiente hacia la tolva del 8.3%, las rastras mecánicas pretenden recolectar del material flotante.

Para su diseño, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se considera que la planta del sedimentador sea circular.
- Se consideran tres módulos de tratamiento de 400 l/s.
- Para flujo medio se tomó una carga hidráulica de 34 m^3/m^2 d y para flujo máximo 61.9 m^3/m^2 d.

Con base en las consideraciones anteriores las dimensiones del sedimentador primario son las siguientes:

Tabla 2. Dimensiones finales del Sedimentador Primario.

Característica	Valor	Unidad
Área Superficial a gasto medio	1,072.1	m^2
Área Superficial a gasto máximo	1,116.6	m^2
Área Superficial seleccionada	1,072.1	m^2
Profundidad útil	3.0	m
Diámetro	38.0	m
Altura de la parte cónica	1.6	m
Altura central espejo de agua	4.6	m
Bordo libre	0.6	m

Altura total del tanque	5.2	m
Volumen total	3,553.6	m^3
Tiempo de Retención Hidráulica a gasto medio	2.34	horas
Tiempo de Retención Hidráulica a gasto máximo	1.23	horas

Fuente: Elaboración propia.

Sedimentador Secundario

La sedimentación secundaria es parte integral del proceso de tratamiento secundario, al ser la unidad en la que se separa la biomasa generada en los procesos biológicos. Los contaminantes en el efluente están principalmente en forma disuelta y coloidal y, en menor medida, en los sólidos suspendidos que escapan del proceso secundario. El adecuado diseño de la sedimentación secundaria es fundamental para lograr los objetivos de calidad del proceso.

Los sedimentadores secundarios de la PTAR San Antonio de los Buenos se diseñan de planta tipo circular. Esta configuración permitirá una operación más eficiente y una mayor concentración y separación de lodos. La extracción de los lodos se efectúa mediante sistema de rastras.

Para su diseño, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Se considera que la planta del sedimentador sea circular.

Se consideran tres módulos de tratamiento de 400 l/s.

Para flujo medio se tomó una carga hidráulica de 25 m^3/m^2 d y para flujo máximo 50 m^3/m^2 d.

Con base en las consideraciones anteriores las dimensiones del sedimentador secundario son las siguientes:

Tabla 3 Dimensiones finales del Sedimentador Secundario.

Característica	Valor	Unidad
Área Superficial a gasto medio	1,382.4	m^2
Área Superficial a gasto máximo	1,105.9	m^2
Área Superficial seleccionada	1072.1	m^2
Profundidad útil	3.5	m

Diámetro	42.0	m
Altura de la parte cónica	1.4	m
Altura central espejo de agua	4.9	m
Bordo libre	0.6	m
Altura total del tanque	5.5	m
Volumen total	4,941.4	m^3

Fuente: Elaboración propia.

Los lodos biológicos que se concentren dentro del sedimentador secundario como producto de la remoción de materia orgánica, serán purgados desde el cárcamo de recirculación de lodos en la corriente de retorno para ser enviados a la cabeza del reactor biológico, asimismo el lodo excedente se transportará para su espesado y posterior estabilización.

En cárcamo de bombeo se considera instalar cuatro bombas con capacidad suficiente tanto para el retorno de lodos al proceso como el excedente producido enviarlo al tren de tratamiento de lodos. Las tres bombas estarán en operación mientras la otra con la misma capacidad estará en reserva. Así mismo, se contará con variadores de frecuencia que permitirán operar las bombas a consumos de potencia adecuados permitiendo un ahorro de energía, control sobre el flujo de agua bombeado y aumentar la vida útil de los equipos.

Los equipos de bombeo serán operados para un caudal total de 1,200 l/s y una carga estática de 4 MCA, para fines de recirculación de lodos y con potencia suficiente para entregar el caudal de purga de lodos al espesador por flotación con aire disuelto.

El dimensionamiento del volumen de este cárcamo de bombeo cumple con el criterio de dimensionamiento de la siguiente ecuación:

$$V_{CRAS} = \frac{Q * t}{4}$$

Donde:

V_{CRAS} = Volumen del cárcamo de recirculación

Q = Caudal máximo horario.

t = tiempo mínimo recomendado entre paro y arranque de equipos de bombeo.

Zanjas de Oxidación

Las zanjas de oxidación son una variante del proceso de lodos activados. Se basa en suministrar oxígeno por medio de aireadores, que hacen circular el agua en un canal cerrado. Esta actividad también se puede llevar a cabo por medio de difusores, que se complementa con los agitadores superficiales que le imparten velocidad horizontal al agua (licor mezclado). Una zanja de oxidación es una modificación del sistema biológico de tratamiento con lodos activados, se utiliza un tiempo extenso de retención de sólidos, para la remoción de compuestos orgánicos biodegradables. Las zanjas de oxidación funcionan como sistemas de mezcla completa. Los sistemas de tratamiento típicos tienen una configuración de anillo, óvalo o tanque en forma de herradura, dentro de los cuales se encuentra uno o múltiples canales. Los aireadores montados en forma vertical u horizontal proporcionan la circulación del agua, la transferencia de oxígeno y la aireación de las zanjas. El agua que fluye por las zanjas de oxidación es aireada y mezclada con lodo recirculado del sedimentador secundario.

Como en todo diseño de lodos activados, en las Zanjas de Oxidación se definen los parámetros Biocinéticos de metabolismo celular, los cuales permiten obtener la tasa de producción de microorganismos, su concentración en el reactor, la tasa de recirculación y la purga de lodos.

Además, el sistema de tratamiento biológico, incorpora un tanque anaerobio con equipo de mezclado, ubicado previo a la entrada del reactor de lodos activados. En este tanque se mezclará el agua residual influente y la corriente de retorno de lodos. El tiempo hidráulico de retención del tanque es de 0.5 horas.

Para el diseño y dimensionamiento del reactor de lodos activados se tomó las siguientes consideraciones:

- Se consideraron tres módulos de 400 l/s.
- Se considera además de la remoción de materia orgánica, la nitrificación la formación de nitratos a partir de NH_4-H.
- La concentración de DBO en el efluente es de 20 mg/l
- La concentración de SST en el efluente es de 20 mg/l
- La concentración de NH_4-H en el efluente es de 10 mg/l
- La temperatura de 17.3 °C
- El Tiempo de Retención de Sólidos, SRT = 4 días.

- La concentración de Sólidos Suspendidos Totales en el Licos Mezclado de 4,000 mg/l.

Se tomaron en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 4 Parámetros de diseño del reactor de lodos activados.

Parámetro de diseño	Valor	Unidades
Relación F/M	0.04 – 0.10	días^{-1}
Edad de lodos	12.5	días
Carga volumétrica	0.1 – 0.3	kg/m^3-d
Concentración de SSLM	4,000	mg/L
Tiempo de retención del reactor de lodos activados	15 - 30	horas
Fracción de SSV efluente	80	%
Recirculación máxima	100	%
Profundidad	6.0	m

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, CONAGUA, 2015.

La producción de Biomasa en el reactor se determinó con la siguiente ecuación:

$$P_{X,bio} = \frac{QY(S_0 - S)}{1 + (k_d)SRT} + \frac{(f_d)(k_d)QY(S_0 - S)SRT}{1 + (k_d)SRT} + \frac{QY_n(NO_x)}{1 + (k_{dn})SRT}$$

Donde:

Q = Gasto de diseño

Y = Coeficiente de rendimiento de biomasa en g SSV/gDQOb.

S_0 = Concentración de DQO biodegradable en el influente.

S = Concentración de DQO_b en el efluente.

k_d = Coeficiente de decaimiento endógeno

NOx = Concentración de Óxidos de Nitrógeno.

Yn =Coeficiente de rendimiento en g SSV/g NH_4-N.

k_{dn} = Coeficiente de decaimiento endógeno de organismos nitrificantes.

El valor de los diferentes parámetros biocinéticos utilizados para el diseño se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5 Parámetros biocineticos para zanjas de oxidación

Parámetro	Unidades	Valor
Relación DBO5/DBOu (f)	-	0.65
DBO asociado a materia suspendida volátil	-	1.42
Relación bDQO/DBO	-	1.6
Rendimiento de biomasa, Y	g SSV/g DBO	0.6
Rendimiento de biomansa, Yn	g SSV/g NH_4-N.	0.12
Coeficiente de decaimiento endógeno, k_d (a 20°C)	d^{-1}	0.12
Coeficiente de Arrhenius para k_d Φ	-	1.04
Coeficiente f_d	g/g	0.15
Coeficiente de decaimiento endógeno para organismos nitrificantes, k_{dn} (a 20°C)	d^{-1}	0.08
Tasa máxima de crecimiento específico, μ_m (a 20°C)	d^{-1}	6.0
Tasa máxima de crecimiento específico para nitrificación, μ_m (a 20°C)	d^{-1}	0.75
Constante de velocidad media, Ks	mg/l	20.0
Factor de aireación α	-	0.85
Factor de aireación β	-	1.00
Concentración de O_2 en el tanque, C_L	mg/l	2.0

Fuente: Metcalf & Eddy 4° Edición, 2003.

La demanda de Oxígeno se calculó con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{R_0 = Q(S_o - S) - 1.42P_{X,bio} + 4.33Q(NO_X)}$$

Donde:

Q = Gasto de diseño

S_0 = Concentración de DQO biodegradable en el influente.

S = Concentración de DQO_b en el efluente.

P_x = Concentración de Sólidos.

La Tasa promedio de trasferencia de Oxígeno se calculó con la siguiente ecuación:

$$SORT = AORT\left[\frac{C_{s,20}}{\alpha F\left(\beta C_{\bar{s},T,H} - C\right)}\right](1.024^{20-T})$$

Donde:

AOTR = Tasa actual de transferencia de oxígeno bajo condiciones de campo (AORT, por sus singlas en inglés), kg O_2/h.

SORT = Tasa estándar de transferencia de oxígeno en agua de grifo a 20 °C y cero oxígeno disuelto, kg O_2/h.

α = Factor de aireación para nitrificación.

B = Factor de aireación.

$C_{S,T,H}$ = Concentración de oxígeno a saturación en agua limpia.

Con base en las consideraciones anteriores se tiene la siguiente tabla resumen del diseño de reactor de lodos activados tipo convencional.

Tabla 6 Resumen de diseño de las zanjas de oxidación

Parámetro de Diseño	Valor	Unidad
Caudal total de diseño	1,200.0	l/s
	103,680.0	m^3/día
Módulos de tratamiento	3.0	
Caudal de diseño por módulo	400.0	l/s
	34,560.0	m^3/día
Tiempo de Retención de Sólidos, STR	3.8	días
Volumen de cada tanque de aireación	11,898.8	m^3
Altura del tanque	5.0	m
Ancho del tanque	28.0	m

Parámetro de Diseño	Valor	Unidad
Largo del tanque	63.0	m
Tiempo de Retención de Hidráulica, τ	8.3	horas
Sólidos Suspendidos Totales en Licor Mezclado, MLSS	4,000.0	mg/l
Sólidos Suspendidos Volátiles en Licor Mezclado, MLVSS	3,200.0	mg/l
Relación Alimento - Microorganismo, F/M	0.4	kg/kg día
Carga de DBO	1.0	kg/m^3 d
RAS	1.0	-
DBO en el efluente	20.0	mg/l
SST en el efluente	20.0	mg/l
SSV en el efluente	16.0	mg/l
NH4-N en el efluente	10.0	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Desinfección

Respecto a la desinfección, se realizará mediante hipoclorito de sodio. Para esto se propone la construcción de un tanque de contacto de cloro, el cual quedó diseñado de la siguiente manera:

Tabla 7 Diseño del tanque de contacto de cloro.

Característica	Valor	Unidad
Consideraciones de diseño		
TRH a gasto medio	15	minutos
TRH a gasto máximo	15	minutos
Profundidad útil	3.0	m

Relación largo : ancho	2	
Diseño del taque de contacto de cloro		
Ancho	13.5	m
Largo	24.0	m
Altura total	3.5	m
Área superficial	364.5	m^2
Volumen total	1,093.5	m^3
TRH real	15.2	minutos
Configuración		
Número de canales	5	
Ancho del canal	2.7	m
Espesor del muro	0.15	
Número de muros	4	
Ancho total del tanque	14.1	m

Fuente: Elaboración propia.

Tren de Lodos

Los lodos provenientes del sedimentador primario y del sedimentador secundario son bombeados del cárcamo de recirculación de lodos, al tanque de mezcla de lodos, para enseguida llevarlos a la mesa de espesado de lodos. El efluente espesado, es enviado a un cárcamo de lodos de donde se bombea para ser enviados a los digestores aerobios. El digestor aerobio permitirá llevar a cabo la destrucción de sólidos suspendidos volátiles.

La disposición de los lodos es una de las acciones más problemáticas en el tratamiento tanto de aguas potables como de aguas residuales, el tratamiento de agua produce una cantidad variable de lodos dependiendo de la cantidad de las aguas crudas y del tipo de tratamiento, los lodos se producen en forma líquida o semi-líquida, según el tipo de proceso que les hayan generado, un rango típico de valores del porcentaje de materia seca es del 0.25 al 3 % de sólidos en peso.

La digestión anaerobia de lodos es utilizada ampliamente para estabilizar la materia orgánica

contenida en el lodo. El cálculo del volumen del digestor se desarrolla para los criterios de carga máxima de sólidos, por edad de los lodos y por tiempo hidráulico de retención, seleccionando el volumen mayor entre los calculados. Los sólidos efluentes de la digestión son en su mayoría agua, a efecto de disminuir el volumen y costos para el transporte, y para la disposición de los lodos, se requiere aumentar su concentración mediante la separación del agua combinada con los sólidos.

Una vez que el lodo ha sido digerido es enviado al equipo de desaguado de lodos. El lodo desaguado presentará una concentración de sólidos secos del 22 % y se puede disponer como mejorador de suelo agrícola.

El agua retirada de la fase sólida en el proceso de centrifugado es enviada a un tanque de recuperación la cual posteriormente es dosificada a la caja de distribución de agua pretratada, los lodos con 22 % de sólidos se pueden manejar.

Los lodos una vez deshidratados podrán ser usados como mejorados de suelos o para su disposición en relleno sanitario previa determinación de su clasificación de residuo no peligroso a través de análisis CRETIB (denominación adjetiva CRETIB es la sigla del código de clasificación que corresponde a las características de corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico – infeccioso).

Producción de Lodos

Para la producción de lodos en el sedimentador primario se tiene el siguiente cálculo:

$$LP = \frac{Q * SST * E}{1000}$$

Donde:

Masa de Lodos Primarios, LP =	20,736.0 kg/día
Sólidos Volátiles =	13,478.4 kg SSV/día
Sólidos Fijos =	7,257.6 kg/día
Concentración de sólidos en el lodo primario =	4%
Gravedad específica del lodo primario =	1.02
Gravedad específica de los sólidos =	1.4
Volumen de lodos primarios =	508.2 m^3/día
Agua en el lodo primario =	487.9 m^3/día

Respecto a la producción de lodos en el sedimentador secundario se tiene:

Sólidos Suspendidos Totales en la Purga, LS =	39,432.5	kg/día
Sólidos Suspendidos Volátiles en el LS =	31,546.0	kg/día
Concentración de sólidos en el lodo secundario =	0.8%	
Gravedad específica del lodo secundario =	1.005	
Gravedad específica de los sólidos =	1.25	
Volumen de lodos secundarios =	4,904.5	m^3/día
Agua en el lodo secundario =	4,865.3	m^3/día

Por último, el lodo primario y secundario una vez mezclados tendrán las siguientes características:

Sólidos Suspendidos Totales en la Purga, LS =	18,662.4	kg/día
Sólidos Suspendidos Volátiles en el LS =	14,929.9	kg/día
Concentración de sólidos en el lodo secundario =	1.0%	
Gravedad específica del lodo secundario =	1.005	
Gravedad específica de los sólidos =	1.25	
Volumen de lodos secundarios =	1,857.0	m^3/día
Agua en el lodo secundario =	1,838.4	m^3/día

La mezcla de lodos previo a la estabilización, pasará por un espesado por gravedad.

Espesador de lodos por gravedad

Los lodos producidos poseen más del 97% de agua, por lo que ocupan volúmenes importantes, siendo por su naturaleza putrescibles. Ello hace necesario un tratamiento para modificar sus características y permitir unas condiciones tales que su evacuación y disposición final sean óptimas desde el punto de vista ambiental.

La etapa de espesamiento incluye para reducir el volumen de los fangos mediante concentración o eliminación parcial de agua, la mezcla de lodos primarios y lodos activados con contenido de sólidos del 2.5% pueden espesarse hasta un contenido del 5% de sólidos, consiguiéndose de esta manera una reducción del volumen del fango a una quinta parte del volumen inicial. Con ello se obtienen una serie de ventajas:

Reducción del volumen de los tanques posteriores al espesamiento, así como su equipamiento.

Reducción de la cantidad de calor requerida para el calentamiento de los lodos en el proceso de digestión anaerobia.

Reducción y mejora de los rendimientos de los equipos de deshidratación.

Los criterios de diseño del espesador por gravedad son las siguientes:

Tabla 8 Criterios y características de diseño de la mesa de espesado de lodos.

Característica	Valor	Unidad
Captura de sólidos	95	%
Gravedad específica del lodo espesado	1.02	
Carga superficial de sólidos	80	Kg/m^2 día
Diámetro de cada unidad de espesado	17.0	m
Número de unidades requeridas	2	
Concentración del lodo espesado	5.0	%
Sólidos secos producidos	30,533.8	Kg/día
Volumen total de lodo espesado	598.7	m^3/día
Volumen total de agua retirado	1,737.3	m^3/día

Fuente: Elaboración propia.

Digestor anaerobio

La digestión de los lodos generados en el tratamiento de las aguas residuales de la PTAR de San Antonio de los Buenos será del tipo anaerobio posibilitando con ello el aprovechamiento del metano generado para la generación de energía eléctrica, lo que permitirá reducir de manera significativa el consumo eléctrico de la planta.

Las consideraciones hechas para el diseño del digestor son las siguientes:

- Se consideraron tres módulos de tratamiento de lodos.
- La cantidad de lodo residual a estabilizar es 30,533.8 kg/día, con una concentración de sólidos del 5 %, resultando un caudal de 1,109.9 m^3/día.
- El tiempo de retención de 15 días.
- La gravedad específica del lodo es de 1.02.
- Reducción de SSV del 50 %
- Coeficiente de reacción k_d es de 0.07.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el diseño del digestor anaerobio se resume en la siguiente tabla.

Tabla 9 Resumen de diseño del digestor anaerobio.

Característica	Valor	Unidad
Lodo residual a estabilizar	30,533.8	kg/día
Módulos de tratamiento	3	
Reducción de SSV	50	%
Dimensiones		
Diámetro	16.0	m
Profundidad de la sección cónica	1.3	m
Altura de la tapa cónica	1.6	m
Altura total	17.8	m
Volumen total del digestor	3,195.1	m^3
Biogás y lodo producido		
Volumen total de metano	628.7	m^3/día
Masa de SST	17,510.7	kg/día
MASA de SSV	14,008.6	kg/día
Masa de DBO	30,603.4	kg/día
Masa de Nitrógeno	639.5	kg/día
Masa de Fósforo	329.2	kg/día

Fuente: Elaboración propia.

Con base en las anteriores consideraciones en la siguiente tabla se tiene n las características del tanque de mezcla de lodos:

Tabla 10 Características y consideraciones de diseño del deshidratado mecánico (ZO|).

Característica	Valor	Unidad
Número de unidades a operar	2	
Ancho de banda por unidad	2.0	m
Tiempo de operación	16.0	Horas
Carga por metro de ancho de banda	225.0	Kg/h
Dosificación de polímero	5.0	Kg/ton de lodo seco
Polímero requerido	86.1	Kg/día
Consumo anual de polímero	31.428.4	Kg/año

Total de sólidos en la torta	18.0	%
Agua para lavado por unidad	2.1	m^3/día
Sólidos secos producidos	17,221.0	Kg/día
Volumen total de la torta	95.1	m^3/día
Volumen de agua retirado	495.0	m^3/día

Fuente: Elaboración propia

Desecado mecánico de Lodos

El desaguado se contempla hacer en sistemas centrífugos. La centrifugadora consiste principalmente en un tambor cilíndrico-cónico que gira sobre un eje horizontal a gran velocidad. El fango a deshidratar se introduce en la cuba a través de la conexión de entrada por medio de la alimentación. En el interior del tambor, debido a la fuerza centrífuga producida por el giro de éste, la parte más pesada de la mezcla se deposita en el interior, donde es arrastrada a la salida de los sólidos por un tornillo helicoidal que gira a distinta velocidad que el tambor.

La parte cilíndrica del tambor está destinada a la sedimentación de las partículas sólidas, mientras que la parte cónica produce un escurrido progresivo de las mismas, hasta llegar a la salida exenta de líquido libre. El agua, al tener un peso específico distinto al de los sólidos, ocupa dentro del tambor una zona distinta, formando un anillo interior al formado por los sólidos. El líquido que sale de la centrífuga se devuelve a los decantadores primarios, y la torta de fango pasa a un pozo de recogida o a una cinta transportadora para su evacuación.

El recorrido de las fases sólidas y líquida entre el tambor y el cuerpo de tornillo se realiza en contra-corriente (la parte cilíndrica, el sólido y el líquido circulan en sentido en la parte cilíndrica). Una gran parte de arenas en el fango aumenta la velocidad de desgaste de la centrífuga. El caudal de alimentación, la profundidad del depósito del fango, la velocidad de giro de la centrífuga y otros factores determinan el estado de la torta descargada y la calidad del líquido centrifugado.

Las consideraciones y características de diseño se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 11 Características y consideraciones de diseño del deshidratado mecánico.

Característica	Valor	Unidad
Número de unidades a operar	2	
Tiempo de operación	16.0	Horas
Dosificación de polímero	5.0	Kg/ton de lodo seco
Polímero requerido	86.1	Kg/día
Consumo anual de polímero	31.428.4	Kg/año
Total de sólidos en la torta	18.0	%
Agua para lavado por unidad	2.1	m^3/día
Sólidos secos producidos	17,221.0	Kg/día
Volumen total de la torta	95.1	m^3/día
Volumen de agua retirado	495.0	m^3/día

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de los cálculos del tren de agua y el tren de lodo se muestran en la correspondiente memoria de cálculo que forma parte de los anexos del presente informe.

Perfil Hidráulico de los Sistemas de Tratamiento

Con base en el diseño funcional realizado se procedió a efectuar el diseño del perfil hidráulico de los procesos que integran los trenes de tratamiento de la PTAR SAB, estableciendo las capacidades y dimensiones de estructuras de aforo, tanques, vertido y líneas de conducción.

Una vez llevado a cabo el sembrado de las estructuras de tratamiento, se procedió a obtener las dimensiones, diámetros y pendientes de las tuberías, canales y conductos en general que servirán de unión entre las distintas operaciones unitarias. Para llevar a cabo el dimensionamiento hidráulico del sistema de conducción se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Manejar velocidades entre 1.5 y 2.0 m/s para flujos bombeados y mayor de 0.6 m/s para tuberías de gravedad.

En estructuras de distribución se consideran vertedores rectangulares, por su practicidad en la operación y mantenimiento.

En estructuras de distribución se consideró un tiempo de retención hidráulica entre 0.6 a 15 minutos, esto permitirá homogenizar los caudales recibidos.

De manera general todos los sistemas hidráulicos obedecen a la ley de la conservación de la energía, conocida como la Ley de Bernoulli, la cual involucra las energías por presión, cinética, potencial, pérdidas de energía por transporte, y energía aplicada o extraída al sistema por medios mecánicos.

Las Pérdidas de carga por transporte se determinaron por la velocidad, el diámetro y la longitud de la trayectoria que se recorre, así como los accesorios que se incluyan en esta. Las pérdidas de carga se calcularon, tal como se recomienda en el MAPAS 2015, con la ecuación de Darcy-Weisbach (1856):

$$h_f = f\frac{Lv^2}{D2g}$$

Donde:

h_f = Pérdidas de carga por fricción, m.

L = Longitud de la tubería, m

D = Diámetro de la tubería, m

g = Aceleración de la gravedad, m/s^2

f = Factor de fricción, adimensional, el cual se calculó con la ecuación de Swamee - Jain (1976):

$$f = \frac{0.25}{\left[log\left(\frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right]^2}$$

Donde:

ε = Rugosidad absoluta de la pared interior del tubo, 0.05 mm, para tubería de acero.

Re = Número de Reynolds, el cual se debe encontrar entre 5,000 y 10^6 para que la ecuación anterior sea válida.

Las pérdidas de carga locales o por accesorios, tales como válvulas, codos, tees, insersiones, se utilizó la ecuación:

$$h_l = k\frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h_l = Pérdidas de carga locales o por accesorios, m.

k = Coeficiente para el cálculo de pérdidas locales, adimensional.

Respecto a los gastos, el gasto medio es de 1,200 l/s, y el máximo de 2,400 l/s.

Con base en las anteriores consideraciones y definido el flujo del agua residual dentro de la planta, se procedió a dimensionar los conductos hidráulicos. Se consideraron los arreglos óptimos de distribución del agua entre las unidades para evitar zonas muertas. De igual manera, se consideró la implementación de tuberías de derivación o cajas distribuidoras para poder continuar con el tren de proceso sin necesidad de parar toda la planta, en caso de que se requiera dar mantenimiento preventivo o correctivo a cualquiera de los componentes del tren de tratamiento. El diseño hidráulico comprende los siguientes elementos:

- Perfil Hidráulico
- Estructuras de Alimentación, Interconexión y Descarga
- Sistemas de Medición
- Medición de Parámetros de Control

Con base a los diversos flujos que se manejaran en los diferentes puntos de la planta de tratamiento se construyó la matriz de diámetros de tuberías y las correspondientes velocidades a las que estas operarán. En el caso donde para flujos similares se manejaron diámetros de tubería diferentes, se presentan ambos valores. La columna del diámetro calculado para el caso de fluido bombeado, se presenta únicamente como referencia, toda vez que para todo el proceso en el interior de la planta de tratamiento se consideran conducciones a gravedad y con baja velocidad con el objeto de evitar alteraciones en el funcionamiento.

El cárcamo de bombeo existente (a rehabilitar), presenta un diseño de planta rectangular y adyacente a este se alojan equipos de bombeo del tipo centrífugo horizontal, los cuales impulsaran el agua cruda al tratamiento. Se tiene planteado la sustitución de estos equipos de bombeo, así como la línea de impulsión que llevará el agua residual a las nuevas instalaciones de tratamiento.

El perfil hidráulico y las dimensiones de cada una de las estructuras se presentan a continuación y en los planos de proyecto respectivos. De acuerdo al arreglo funcional (ver plano “Arreglo General de Unidades”), los componentes de distribución, entrada, salida y recolección del agua se clasifican en los siguientes elementos hidráulicos:

- Cárcamo de Aguas Pretratadas
- Caja de distribución a sedimentadotes primarios
- Vertedor efluente del sedimentador primario
- Caja de distribución a reactores biológicos

- Tuberías de distribución en reactores biológicos
- Caja de distribución a sedimentadores secundarios
- Vertedor efluente del sedimentador secundario
- Tuberías de alimentación a UV
- Unidad de medición del efluente
- Emisor de conducción del efluente

Diagrama de flujo con balance de masa

En este apartado se presentan en forma de Diagrama de Flujo de Proceso (DFP). El DFP incluye la esquematización de todos los sistemas principales, tanto la infraestructura como equipos dinámicos que componen a la PTAR.

Aunque los Diagramas de Flujo de Proceso se realizó un plano donde se muestran a detalle, incluyendo el balance de materia respectivo, tanto para el tren de agua, como para el tren de lodos.

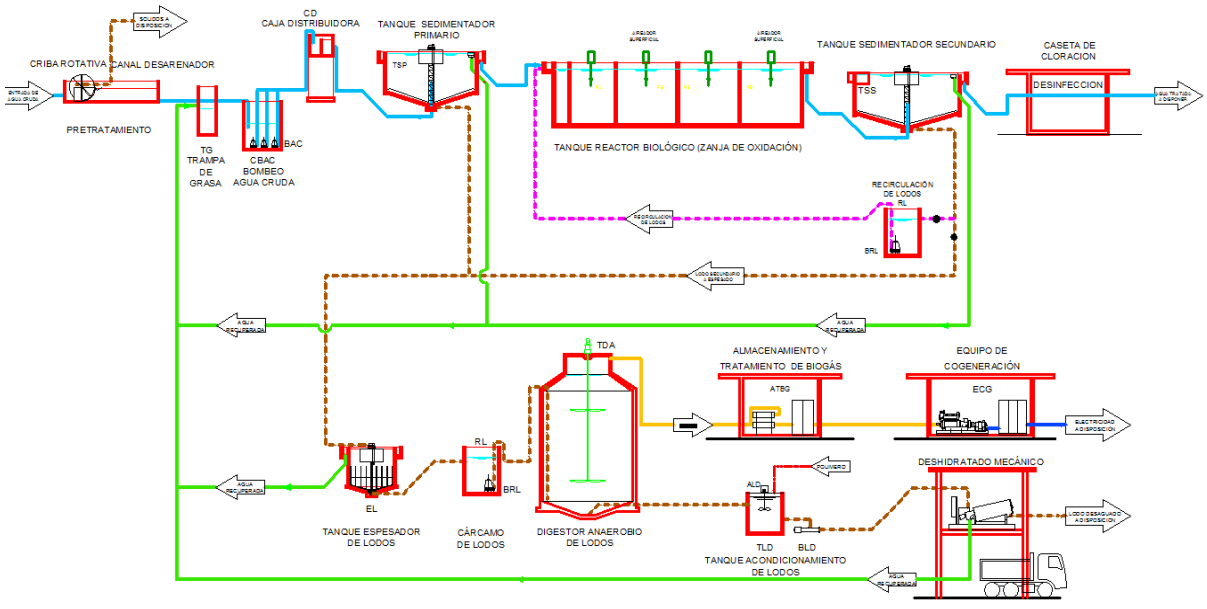


Ilustración 3. DFP de la PTAR San Antonio de los Buenos.

Tabla 12 Balance de materia del tren de agua de la PTAR San Antonio de los Buenos.

Parámetro	Unidades	1	2		3	4	21	5	6	7
		Influente Agua Cruda	Basuras de Cribado Grueso	Basuras de Cribado Fino	Sólidos a Disposición	Efluente de cribados	Agua recuperada del Tren de Lodos	Influente a desarenación	Arenas	Influente a Tratamiento Primario
Caudal medio	l/s	1,200.0	0.02	0.06	0.02	1,200.0	50.0	1,200.0	0.02	1,250.0
	m^3/d	103,680.0	2.1	4.8	1.4	103,680.0	4,321.2	103,680.0	1.6	108,001.2
Flujo másico	kg/d	103,680,000	1,700	4,842	1,237	103,680,000	4,321,237	103,680,000	2,488	108,001,237
DBO5	mg/l	475.0				475.0	611.0	480.4		480.4
	kg/d	49,248.0				49,248.0	2,640.3	49,812.2		51,888.3
SST	mg/l	500.0				500.0	773.5	510.9		510.9
	kg/d	51,840.0				51,840.0	3,342.6	52,974.7		55,182.6
SSV	mg/l	400.0				400.0	618.8	408.8		408.8
	kg/d	41,472.0				41,472.0	2,674.1	42,379.8		44,146.1
NT	mg/l	113.0				113.0	141.3	114.1		114.1
	kg/d	11,715.8				11,715.8	610.7	8,634.3		12,326.6
PT	mg/l	20.0				20.0	9.6	19.6		19.6
	kg/d	2,073.6				2,073.6	41.3	2,373.7		2,114.9
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	10,000,000	9,750,000	8,287,500		8,287,500		8,287,500	1,450,313	6,837,188

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Continuación, Balance de materia del tren de agua de la PTAR San Antonio de los Buenos.

Parámetro	Unidades	8 Lodo Primario a Espesado	9 Agua Primaria	10 Licor Mezclado	11 Agua Clarificada	12 Lodos Secundarios	13 Recirculación de Lodos Secundarios	14 Lodo Secundario a Espesado	15 Agua Tratada
Caudal medio	l/s	5.9	1,244.1	2,488.3	1,200.0	1,288.3	1,200.0	47.1	1,200.0
	m^3/d	508.2	107,493.0	214,986.0	103,680.0	111,306.0	103,680.0	4,072.4	103,680.0
Flujo másico	kg/d	518,400	107,493,002	214,986,003	103,680,000	111,862,533	104,198,400	4,092,751	103,680,000
DBO5	mg/l	29,431.1	339.0		20.0	8,121.5	8,121.5	8,121.5	20.0
	kg/d	14,664.7	36,440.1		2,073.6	899,474.6	837,848.1	33,073.9	2,073.6
SST	mg/l	41,616.0	256.5	4,000.0	20.0	10,251.0	10,251.0	10,251.0	20.0
	kg/d	20,736.0	27,572.0	859,944.0	2,073.6	1,135,321.2	1,057,536.0	40,927.5	2,073.6
SSV	mg/l	27,050.4	205.2	3,200.0	16.0	8,200.8	8,200.8	8,200.8	16.0
	kg/d	13,478.4	22,057.6	687,955.2	1,658.9	908,257.0	846,028.8	32,742.0	1,658.9
NT	mg/l	860.1	110.0		25.0	2,164.0	2,164.0	2,164.0	25.0
	kg/d	428.6	11,824.2		2,592.0	239,671.9	223,251.1	8,812.8	2,592.0
PT	mg/l	37.9	19.4		18.4	24.7	24.7	24.7	18.4
	kg/d	18.9	2,085.4		1,910.8	2,735.1	2,547.7	100.6	1,910.8
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	3,418,594	3,418,594		205,116	3,213,478	3,213,478	3,213,478	240

Tabla 14 Balance de materia del tren de la PTAR San Antonio de los Buenos

Parámetro	Unidades	8 Lodo Primario a Espesado	12 Lodo Secundario a Espesado	16 Lodo Mezclado a Espesado	17 Agua recup. de Espesado	18 Lodos Espesados a Digestión	19 Lodos digeridos	20 Agua recup. de Desaguado	21 Agua recuperada del Tren de Lodos	22 Lodos Desaguados
Caudal medio	l/s	5.9	47.1	53.0	40.0	13.3	7.9	10.0	50.0	1.9
	m^3/d	508.2	4,072.4	4,580.6	3,456.4	1,148.6	678.7	864.8	4,321.2	161.8
Flujo másico	kg/d	518,400	4,092,751	4,611,151	3,456,425	1,183,093	692,313	864,812	4,321,237	173,078
DBO5	mg/l	29,431.1	8,121.5	10,485.4	690.6	40,272.8	30,738.3	280.0	608.4	127,184.8
	kg/d	14,664.7	33,073.9	47,738.6	2,386.9	45,351.6	20,454.2	242.1	2,629.1	19,226.9
SST	mg/l	41,616.0	10,251.0	13,543.9	892.0	52,020.0	57,222.0	300.0	773.5	236,765.3
	kg/d	20,736.0	40,927.5	61,663.5	3,083.2	58,580.3	38,077.2	259.4	3,342.6	35,792.6
SSV	mg/l	27,050.4	8,200.8	10,152.0	713.6	40,272.8	33,302.6	240.0	618.8	137,795.0
	kg/d	13,478.4	32,742.0	46,220.4	2,466.5	45,351.6	22,160.6	207.6	2,674.1	20,830.9
NT	mg/l	860.1	2,164.0	2,029.8	133.7	7,796.1	1,520.2	115.0	129.9	6,290.1
	kg/d	428.6	8,812.8	9,241.4	462.1	8,779.3	1,011.6	99.5	561.5	950.9
PT	mg/l	37.9	24.7	26.2	1.7	100.8	803.8	35.0	8.4	3,325.8
	kg/d	18.9	100.6	119.5	6.0	113.5	534.9	30.3	36.2	502.8

Eficiencia de los procesos para remoción de los contaminantes

Con base en los balances de materia para cada uno de los procesos de tratamiento mostrados en las tablas anteriores, se calcularon las remociones de los principales contaminantes del agua residual, estas eficiencias de remoción se obtuvieron de forma global y para cada una de las etapas de tratamiento.

En la siguiente tabla se muestran las eficiencias, tanto por operación, como globales, de remoción de contaminantes.

Tabla 15. Eficiencias de remoción del proceso de zanjas de oxidación.

Parámetro	Unidades	1	2		3		4	
		Influente	Pretratamiento		Tratamiento Secundario		Eficiencia Global	
			Concentración	Eficiencia	Concentración	Eficiencia	Concentración	Eficiencia
Caudal medio	l/s	1,200.0	1,224.7		1,200.0		**1,200.0**	
	m^3/d	103,680.0	105,816.8		103,680.0		**103,680.0**	
Flujo másico	kg/d	103,680,000	105,816,810		103,680,000		**104,198,400**	
DBO5	mg/l	475.0	478.8	0.0%	20.0	95.8%	**20.0**	**95.8%**
	kg/d	49,248.0	50,669.0		2,073.6		**2,073.6**	
SST	mg/l	500.0	505.4	0.0%	20.0	96.0%	**20.0**	**96.0%**
	kg/d	51,840.0	53,474.7		2,073.6		**2,073.6**	
SSV	mg/l	400.0	403.6	0.0%	16.0	96.0%	**16.0**	**96.0%**
	kg/d	41,472.0	42,711.3		1,658.9		**1,658.9**	
NT	mg/l	113.0	118.4	0.0%	15.0	86.7%	**15.0**	**86.7%**
	kg/d	11,715.8	12,524.7		1,555.2		**171,992.7**	
PT	mg/l	20.0	20.3	0.0%	0.5	97.5%	**0.5**	**97.5%**
	kg/d	2,073.6	2,146.3		51.8		**51.8**	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	10,000,000	6,837,188	31.6%	205,116	97.0%	**240**	**100.0%**

- **Descripción de los procesos unitarios del sistema de cogeneración**

El modelo se desarrolló para estimar el potencial de producción de biogás de la planta de tratamiento de aguas residuales de lodos activados y duales de más de 200 L s^{-1} con la siguiente información:

- Datos de operación y de diseño proporcionados por los encargados de las distintas plantas de tratamiento.
- Datos encontrados como típicos en la literatura.
- Datos obtenidos durante los muestreos de lodos realizados.

Además, la estimación de biogás está en función del tipo de tren de tratamiento de cada planta, los cuales estaban conformados por una combinación de los siguientes módulos:

a) Sedimentador primario: producción de lodo primario con alta concentración de materia orgánica y olor extremadamente ofensivo el cual tiene un mayor peso sobre la producción de biogás.

b) Lodos activados: se utilizaron datos de los reactores biológicos como filtros perco ladores y lodos activados para determinar el lodo de los sedimentadores secundarios.

I. Metodología para la estimación de generación de energía

Cada planta de tratamiento tiene particularidades que las hacen únicas. En la Ilistración 3 se presenta el esquema del modelo propuesto para la estimación de energía eléctrica, considerando la estabilización anaerobia de los lodos residuales.

En la Ilustración 4 muestran las variaciones del tren de tratamiento: lodos activados de tipo convencional, aireación extendida metodo propuesto, filtro percolador o filtro percolador con lodos activados.

En una planta de cogeneración la cantidad y calidad de biogás generado determina la cantidad de energía eléctrica a cogenerar. La alimentación del digestor anaerobio, generalmente se compone del lodo primario más el lodo secundario, también llamado lodo mezcla.

Las cantidades de lodos se pueden estimar con datos históricos, cuando se encuentran disponibles, métodos empíricos, y métodos basados en modelos matemáticos. Las estimaciones empíricas de producción de lodos se realizan utilizando las cargas actuales o proyectadas de la planta y datos de desempeño, las dosis de químicos y la producción de lodos de los procesos en la planta.

Por ejemplo, si se usa la masa de DBO removida en un proceso de lodos activados y una tasa de producción de lodo, es posible estimar la masa de lodo secundario producido.

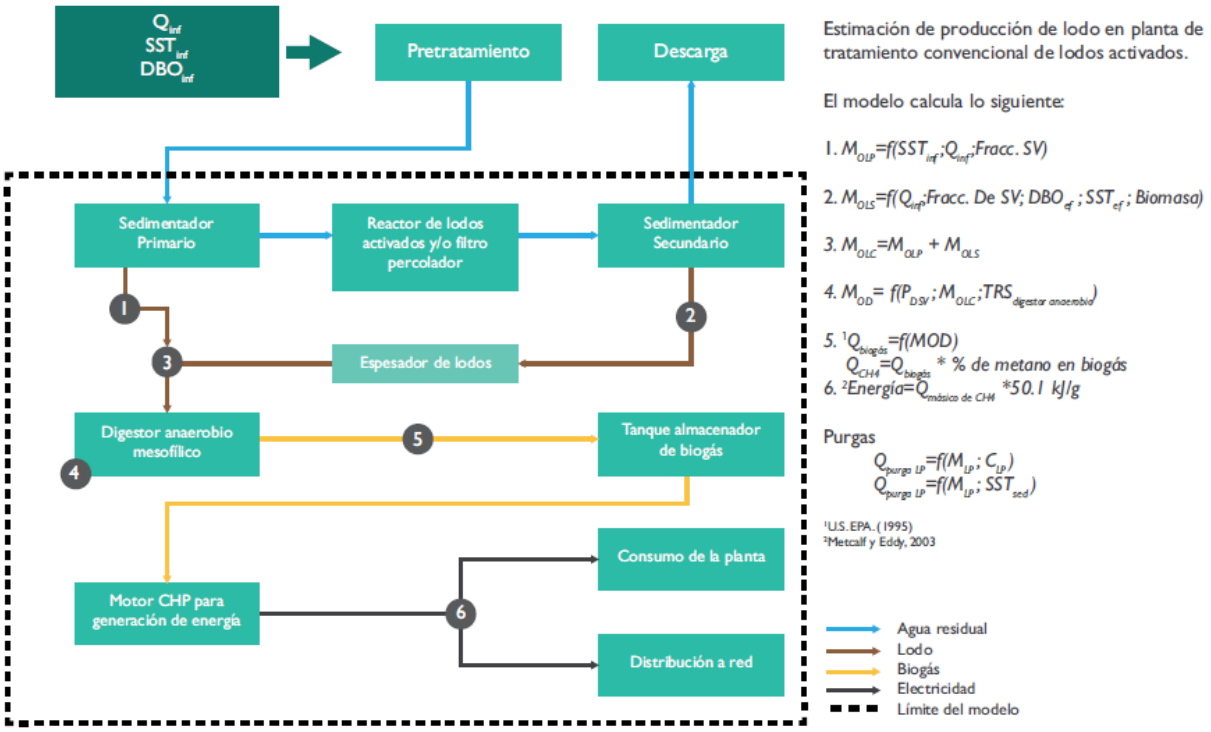


Ilustración 4. Ilustración esquemática de una planta de tratamiento.

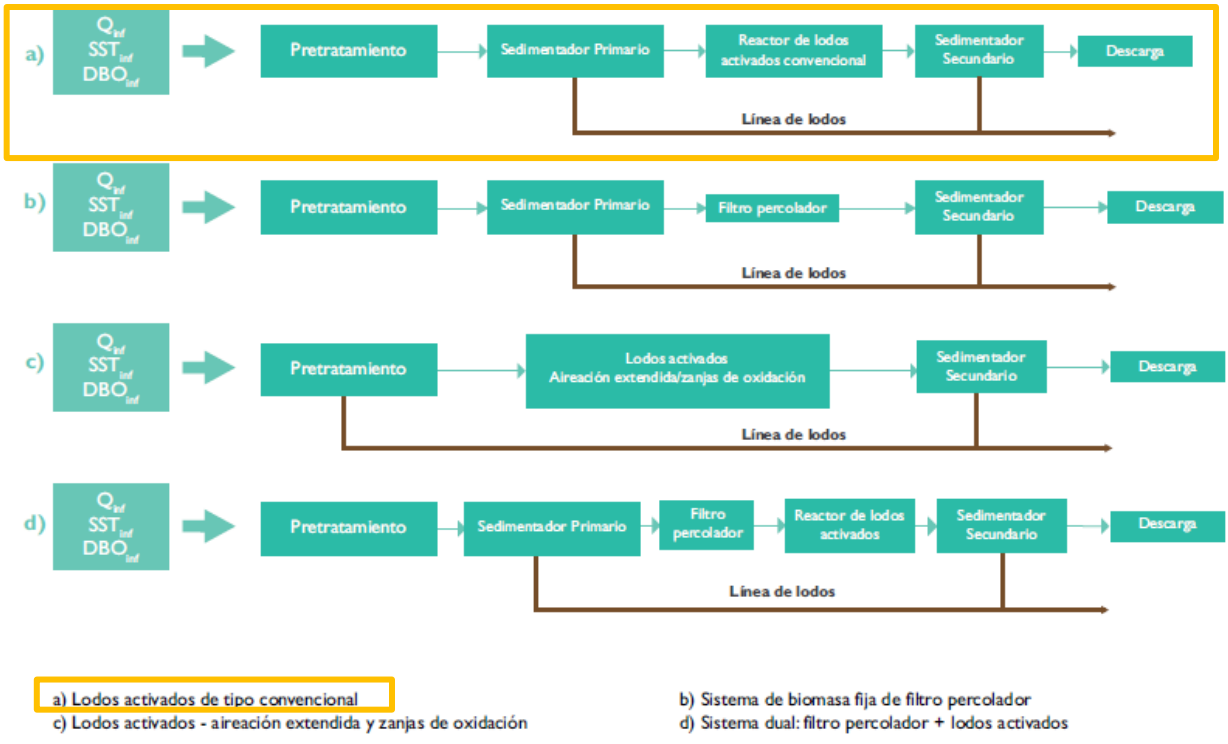


Ilustración 5 Tipos de tratamiento distribuidos en las PTAR.

Los modelos aquí presentados se basan en un balance de masas para predecir la producción de lodos. Existen modelos de diseño como los publicados por la Comisión de Investigación del Agua (Water Research Commission, 1984),Wentzel, et ál., (1990) y Tchobanoglous et ál., (2003), o los modelos de simulación dinámica que incluyen más detalle de los procesos de lodos acti- vados tales como ASM1, ASM2d, o ASM3 (Henze et ál., 2000). Ambos modelos se basan en el balance de masa de la demanda química de oxígeno (DQO), incorpora cinéticas de crecimiento biológico y proporciona comparativos de producción de lodos.

Se utilizó un modelo empírico, el cual se basa en la estimación del rendimiento de la producción de lodos observada a partir de datos registrados o medidos en sitio.

Para la cantidad de lodo producido (y dispuesto diariamente) se utiliza la ecuación:

El rendimiento (Y_{obs}) varía en función del sustrato (DBO, DQO_b= DQO biodegradable y DQO) y decrece conforme aumenta el tiempo de retención de sólidos (TRS) debido a la pérdida de biomasa por una mayor respiración endógena. Por ello se espera una producción de lodos menor en sistemas de lodos activados de aireación extendida. El rendimiento también es menor mientras la temperatura es mayor como resultado de una tasa de respiración endógena más alta. Por otro lado, el rendimiento es más alto cuando no se utiliza tratamiento primario, ya que una mayor cantidad de Sólidos Suspendidos Volátiles no biodegradables (SSVnb) permanecen en el influente de las aguas residuales.

El modelo también considera el diseño del proceso de lodos activados real y de la caracterización del agua residual.

II. Datos de entrada del modelo

Se presenta la PTAR San Antonio de los Buenos, ubicada en el municipio de Tijuana, Baja California.

El tren de tratamiento de la PTAR se encuentra conformado por las siguientes etapas:

- Pretratamiento – Rejillas gruesas
- Pretratamiento – Rejillas medianas y finas
- Sedimentadores primarios
- Zanjas de oxidación
- Sedimentadores secundarios

- Desinfección

El proceso de estabilización y manejo al cual se someterán los lodos generados durante la depuración del agua recibida estará compuesto por las siguientes etapas:

- Mezclado de lodos.
- Espesamiento – Mesa de espesamiento.
- Estabilización – Digestión anaeróbica.
- Deshidratación – Filtro prensa tipo banda.
- Cogeneración.

Los datos de entrada del modelo se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16 Datos esenciales para el modelo de producción de biogás

	Valor	Unidad	Descripción
Calidad del agua residual			
DBO_5	475	mg L^{-}	Materia orgánica fácilmente biodegradable
SST_{inf}	500	mg L^{-1}	Sólidos suspendidos totales
Datos de operación			
Q	103,680	m^3 d^{-1}	Caudal de operación de la planta de tratamiento
T	11	°C	Temperatura ambiente
Valores teóricos o real según el caso de estudio			
R	0.6	NA	Remoción de sólidos en el sedimentador primario
R_{DBO}	0.3	NA	Remoción de materia orgánica en sedimentador primario
R	0.9	NA	Remoción de sólidos en el sedimentador secundario
TRH	2.3	h	Tiempo de retención hidráulico
R_{DB}	0.9	NA	Remoción de materia orgánica en sedimentador secundario
C_{LP}	3	%	Concentración de sólidos lodo primario
c	3	%	Concentración de sólidos lodo secundario después de
Fracc. de SV en el	0.65	NA	Fracción de sólidos volátiles contenidos en el lodo primario
Fracc. de SV en el	0.78	NA	Fracción de sólidos volátiles contenidos en lodo secundario
SSVLM/SSLM	0.78	NA	Relación entre SSV y SS del licor mezclado
K_d	0.06	d^{-1}	Decaimiento endógeno
Y	0.6	g SSV g^{-1} DQO_h	Coeficiente de crecimiento, producción de células,
øc	6	d	Tiempo de retención celular del reactor de lodos activados
ß	1.04	NA	Coeficiente de temperatura, para lodos activados un valor típico es 1.04, rango de 1.00 hasta 1.08

y lodo P.	1.03	NA	Gravedad específica
SST_{sed}	10,800	mg L-1	Sólidos sedimentados en el sedimentador secundario
R	0.082	atm L mol^{-1}	Constante de los gases ideales
P	1	atm	Presión
TR	20	d	Tiempo de retención de sólidos del digestor anaerobio
P_{DSV}	60	%	Destrucción de sólidos en digestor anaerobio
% de metano en	60	%	Porcentaje de metano contenido en el biogás
T	55	°C	Temperatura del digestor
Factor de conversión de kJ -	50.1	kJ/g CH_4	Producción de energía por gramo de metano

III. Calculo de lodo primario

Para calcular la masa de lodo primario se asume una eficiencia de remoción de sólidos suspendidos totales, o se puede calcular con base en el tiempo de retención hidráulico del sedimentador primario.

Para mantener una homogeneidad en los cálculos se considera una remoción de 60% de sólidos, para todos los casos.

Con la eficiencia del sedimentador establecida, se calcula la masa orgánica de lodo primario y del caudal de lodos que se envían al digestor anaerobio. La fracción volátil de la masa de lodo primario, la concentración esperada de este lodo y el peso específico del lodo se establecen a criterio. Los resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17 Cálculo de lodo primario

Descripción	*Fórmula y sustitución de valores*	*Resultado*	*Unidad*
Masa de lodo primario	$M_{LP} = SST_{inf} * R * Q$	31.10	t d^{-1}
	$M_{LP} = 295\frac{mg}{L} * 0.6 * 54{,}432\frac{m^3}{d}/10{,}000$		
Masa orgánica de lodo primario	$M_{OLP} = Fracc.\ De\ SV\ en\ el\ LP * M_{LP}$	20.22	t d^{-1}
	$M_{OLP} = 0.65 * 9.63\frac{t}{d}$		

IV. Cálculo de lodo secundario

Una vez establecida la masa orgánica de lodo primario, se calcula la masa del lodo secundario. La masa de lodo secundario es más compleja debido a los elementos que afecta al crecimiento de los microorganismos, los cuales finalmente se recuperarán en forma de lodo, el cual alimentará al digestor previo a su espesamiento. Para este cálculo se requiere contar con los siguientes datos (Tabla 18):

- Eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos en el reactor secundario.
- Relación entre los sólidos volátiles y suspendidos del licor mezclado.
- Crecimiento de la biomasa, de acuerdo con la literatura.
- Tiempo de retención celular o de sólidos.
- Coeficiente de decaimiento endógeno.
- Fracción volátil de la masa de lodo secundario.
- Relación entre los sólidos volátiles y suspendidos del licor mezclado.
- Concentración de sólidos esperada en la tolva del sedimentador secundario.

Tabla 18 Estimación de generación de lodo secundario

Descripción	Fórmula y sustitución de valores	Resultado	Unidad
Masa de lodo secundario	$M_{LS} = \left(P_{ss} - \frac{Q * SST_{efl}}{1{,}000}\right)$ $M_{LS} = \left(10{,}105.68 - \frac{54{,}432\frac{m^3}{d} * 11.8\frac{mg}{L}}{1{,}000}\right)$	2.33	t d^{-1}
Aumento diario de los SST en el licor mezclado	$P_{SS} = {Px}/{\left(SSVLM/_{SSLM}\right)}$ $P_{SS} = {7{,}882.43\frac{kg}{d}}/{(0.78)}$	3,557.33	kg d^{-1}
Masa neta de tejido celular producido por día	$Px = Y_{obs} * Q * \frac{S_0 * R}{1{,}000}$ $\boldsymbol{Px = 0.048g\frac{gSSV}{gDQOb} * 54{,}432\frac{m^3}{d} * \frac{118mg/L * 0.9}{1{,}000}}$	2,774.72	Kg d^{-1}
	$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + K_T\emptyset_c}$		

Crecimiento observado como sólidos volátiles por gramo de DQO biodegradable	$Y_{obs} = \frac{0.6 \frac{gSSV}{gDQOb}}{1 + 0.0422/d * 6d}$	0.48	g SSV g^{-1} DQO$_b$
Decaimiento endógeno en función de la temperatura	$K_T = K_{20} * \beta^{(T-20)}$ $K_T = 0.06 * 1.04^{(11-20)}$	0.0422	d^{-1}
Masa orgánica de lodo secundario sin estabilizar	$M_{OLS} = Fracc.\ De\ SV\ en\ el\ LS * M_{LS}$ $M_{OLS} = 0.78 * 9.46 \frac{t}{d}$	1.82	t d^{-1}

V. Generación de biogás, metano y energía eléctrica

Una vez determinados el lodo primario y el lodo secundario se calcula la masa orgánica del lodo crudo, que es la suma de las fracciones orgánicas de los lodos primario y secundario (Tabla 19).

Tabla 19 Estimación de generación de biogás y metano

Descripción	Fórmula y sustitución de valores	Resultado	Unidad
Masa orgánica de lodo crudo	$M_{OLC} = M_{OLP} + M_{OLS}$ $M_{OLC} = 20.22 \frac{t}{d} + 1.82 \frac{t}{d}$	22.04	t d^{-1}
Masa orgánica de sólidos volátiles destruidos	$M_{OD} = P_{DSV} * M_{OLC}$ $M_{OD} = 0.6 * 22.04 \frac{t}{d}$	13.22	t d^{-1}
Porcentaje de destrucción de sólidos volátiles en digestor anaerobio	$P_{DSV} = M_{OLC} * \ln(TRS) + 18.9$ $P_{DSV} = 22.04 * \ln(20) + 18.9$	84.92	%
	$Q_{biogás} = 1.1 * M_{OD}$		

Flujo de biogás generado	$Q_{biogas} = 1.1 * 13.22 \frac{t}{d} * 1000$	**14,545.11**	**m³ d⁻¹**
Flujo de metano generado	$Q_{CH4} = Q_{biogás} * \%\ de\ metano\ en\ biogás$ $Q_{CH_4} = 14{,}545.11 * 0.7$	**10,181.58**	**m³ d⁻¹**

Como se puede observar en la tabla anterior el flujo de biogás sería de 14,545.11 m^3 por día.

Finalmente, se calculó el flujo de gas metano. Se requiere el flujo másico, el cual se determina con las siguientes expresiones y se efectúa la conversión de biogás hasta el potencial de generación eléctrica (Tabla 20).

Tabla 20 Estimación de generación de energía eléctrica

Descripción	Fórmula y sustitución de valores	Resultado	Unidad
Moles de metano producidos diariamente	$\frac{Moles\ de\ CH_4}{d} = \frac{Q_{CH4}}{V}$ $\frac{Moles\ de\ CH_4}{d} = \frac{10{,}181.58}{26.9}$	378.38	Mol $CH_4 d^{-1}$
Volumen de gas a condiciones estándar	$V = \frac{R_g * T}{P}$ $V = \frac{0.082 \frac{\text{atm L °K}}{\text{mol}} * (273.15 + 55)°K}{1\ atm}$	26.9	L mol^{-1}
Caudal másico de CH_4	$Q_{\ másico\ de\ CH4} = Moles\ de\ CH_4 * 16 * 1{,}000\ g/kg$ $Q_{masico\ de\ CH_4} = 378.38 * 16 * 1000$	6,054,089.64	g $CH_4 d^{-1}$
Cantidad de energía generada a partir del metano de los lodos de la planta de tratamiento.	$Contenido\ de\ energía = Q_{másico\ de\ CH4}$*50.1kJ/g CH_4 $Contenido\ de\ energía = 6{,}054{,}089.64 * 50.1$	303,309,891.00	KJ d^{-1}

En función de las características del motor, esta energía se repartirá en electricidad, calor y pérdidas.	kWh= (Contenido de energía Kj d^{-1}/Factor de conversión) / 24 horas) * factor de eficiencia de la maquina kWh= ((303,309,891.00 KJ d^{-1}/ 3,600) / 24) * 0.41	1,439.32	kWh

VI. Sistemas de limpieza y aprovechamiento de biogás

En la viabilidad técnica de una planta de biogás influyen un gran número de factores que deben considerarse tales como: disponibilidad y garantía de producción de lodos en forma continua; tecnología disponible para el tratamiento del lodo para la producción de biogás; calidad y cantidad de biogás generado; utilización eficiente del gas generado en el motor y gestión de la electricidad producida, entre otros.También deben considerarse las condiciones medioambientales del entorno en que se encuentra la planta, la legislación del país para el uso del biogás como fuente de energía eléctrica, la capacitación del personal para operación y mantenimiento, etcétera.

En la Ilustración 5 se presenta un esquema general de una planta de tratamiento de lodos activados que considera la producción, tratamiento y uso de biogás. Se deben incluir operaciones previas como el espesamiento y la deshidratación del lodo, la selección y diseño del reactor anaerobio, y el tratamiento y limpieza del biogás para su uso en la generación de energía eléctrica o calor.

En la planta de tratamiento también debe considerar el tratamiento y disposición final o uso del lodo residual estabilizado, el cual puede utilizarse como un acondicionador de suelo para uso en cultivos forestales o agrícolas.

Para implementar los sistemas de limpieza y aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de lodos activados se deben tomar en consideración los siguientes aspectos:

- ✓ Selección del equipo para el almacenamiento del biogás.
- ✓ Selección de quemadores.
- ✓ Selección de la tecnología para la limpieza del biogás.
- ✓ Equipo para la generación de energía eléctrica

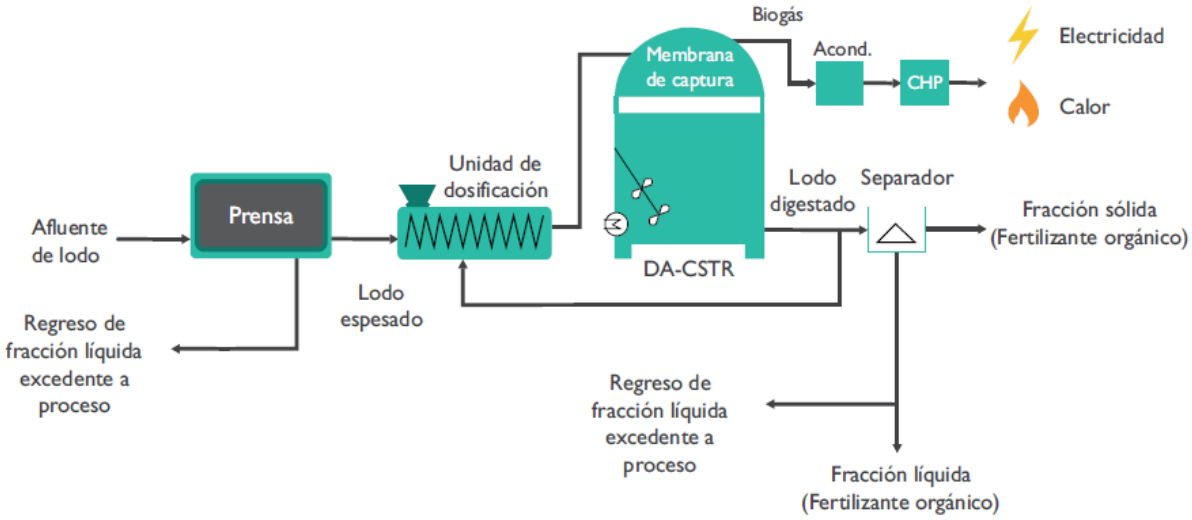


Ilustración 6 Esquema conceptual de la producción, tratamiento y uso de biogás (Tetra Tech)

VII. Equipo para el almacenamiento del biogás

El biogás sale del digestor con una presión aproximada de 2 mbar y tiene que ser comprimido para obtener una presión aproximada de 135 mbar, para almacenamiento o purificación. En principio, los contenedores de biogás no pueden ser muy grandes. Por otro lado, un volumen grande del contenedor de gas, mejora las variaciones en la producción de biogás y minimiza el volumen que debe ser quemado, por lo que se disminuye la pérdida de energía. Sin embargo, los contenedores de biogás son muy costosos y tienen sus limitantes. Casi siempre se recomiendan los contenedores que pueden tomar la proporción de biogás diaria de la planta para prevenir problemas en situaciones inesperadas.

En plantas de tratamiento de aguas residuales, el tamaño del contenedor de gas normalmente varía entre 0.75 y 1.5 veces la producción diaria de biogás. Sin embargo, la selección del tamaño depende de la utilización del gas residual.

En la PTAR de San Antonio de los Buenos, en el municipio de Tijuana , Baja California el biogas será usado para un sistema de cogeneración (CHP) y la producción alimentaría una red de energía, por lo que el contenedor de biogás debe estar diseñado para almacenar la mitad del promedio de la producción diaria del gas. Cuando la energía consumida en la planta de biogás es cubierta por la producción de energía eléctrica, el contenedor deberá tener tres cuartas partes del biogás acumulado diariamente.

Cuando la energía solo se utiliza para cubrir las cargas máximas, debe ser posible almacenar la producción de biogás diaria en el contenedor.

El contenedor de biogás (presión <0.1 bar) en general tiene que ser instalado, mantenido y operado de manera que la seguridad de los operadores y otras personas esté asegurada (Deublein & Steinhauser, 2011).

El almacenamiento del biogás se realiza en tanques, por lo que se pueden utilizar: tanques de presión baja (que tienen una campana flotante), tanques de presión media cilíndricos, tanques a alta presión y como gas licuado. En la Tabla 21 se muestran diferentes tipos tanques de almacenamiento de biogás.

Tabla 21 Tipos de tanques de almacenamiento

Presión	Tamaño usual (m^3)	Diseño
Baja presión 10-50 mbar	5-2	Contenedor de gas en forma de taza.
0.05-5mbar	10-2000	Cubierta del bioreactor de aluminio o bolsas para el almacenamiento del biogás.
Presión media 5-20 bar	1-100	Tanques de acero.
Presión alta 200-300 bar	0.1-0.5	Tanques de acero.

Fuente: (Deublein & Steinhauser, 2011)

En la PTAR SAB en el municipío de Tijuana, Baja California se ha estimado un aproximado de generación de biogás:

Volumen total de gas producido 14,545.11 m^3 std/día

Volumen total de metano producido 10,181.58 m^3 std/día

Por lo que se propone un tanque esfera de doble membrana para almacenar biogas a un volumen total de 20,000 m^3/día, y un volumen total de metano producido (aprox 70%) 14,000 m^3/día, de esta forma se tiene previene una sobrecarga de la esfera de almacenamiento y evitar algun riesgo de accidente.

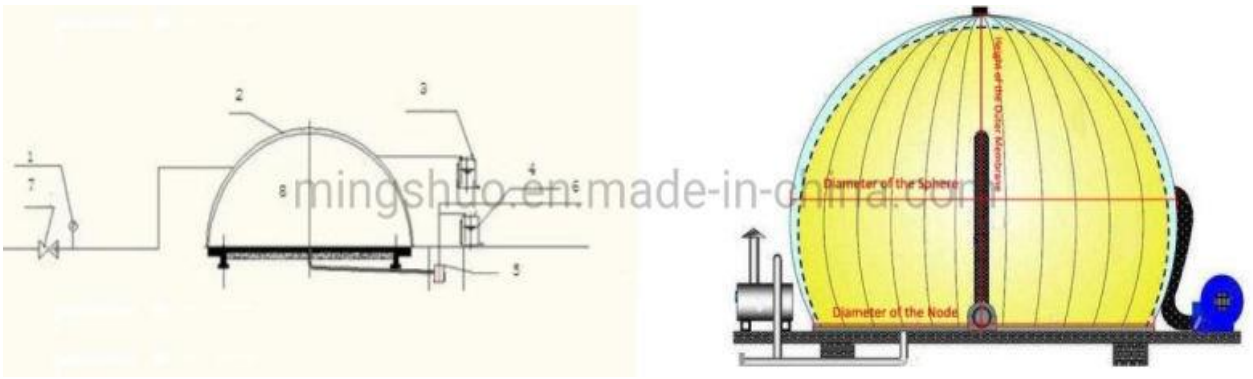


Ilustración 7 Funcionamiento de esfera de almacenamiento de biogás
Fuentehttps://es.made-in-china.com/co_mingshuo/product_Anti-Corrosion-Gas-Storage-Tank Container-Bag_enyghirry.html

1. Manómetro de presión inteligente
2. El aire
3. Válvula de seguridad de la membrana exterior
4. Válvula de seguridad de la membrana interior
5. Condensador
6. Salida de biogás
7. La válvula de retención
8. El titular de gas

VIII. Quemador de biogás

Los quemadores de biogás son indispensables en todas las plantas de tratamiento de aguas residuales que cuentan con un proceso anaerobio. La instalación de un quemador de biogás tiene como objetivo la seguridad del sistema, la reducción del impacto ambiental y de malos olores. Aunque se cuente con sistemas para el uso del biogás, siempre se debe instalar un quemador por seguridad en caso de que exista una producción de biogás mayor a su consumo, o por paros del equipo que pueden ocurrir temporalmente debido a fallas operaciones, trabajos de mantenimiento o reducción de consumo de gas. Existen tres tipos de quemadores: abiertos, cerrados y semicerrados. En la Ilustración 8 se muestra un quemador abierto.

SAGUAPAC, 2016

DULCES NOMBRES

Ilustración 8. Quemador abierto.

IX. Tecnología para la limpieza del biogás

El biogás crudo tiene compuestos que afectan el rendimiento o eficiencia de los equipos o no cumplen con otros requisitos tales como calidad o emisiones.

En su composición el biogás contiene metano, dióxido de carbono y una variedad de gases contaminantes como sulfuro de hidrógeno y otros compuestos sulfurados, vapor de agua, siloxanos, halógenos, nitrógeno, mercaptanos y ocasionalmente compuestos orgánicos volátiles, cuya presencia y composición dependen del tipo de sustrato a partir del cual el biogás fue generado.

El biogás generado en los reactores anaerobios como producto de la transformación del material orgánico presente en las aguas residuales tiene un valor energético que muchas veces no es aprovechado. Esto se debe a que su manejo resulta ser relativamente complicado, debido a que para ciertos usos se tienen que realizar algunos pasos de purificación antes de su almacenamiento y utilización. Estos pasos consisten en el lavado y secado del biogás con objeto de eliminar o disminuir el contenido de ácido sulfhídrico (H_2S) y bióxido de carbono (CO_2), hasta valores en los cuales su efecto corrosivo sea mínimo.

El biogás se utiliza en diversos fines, tales como:

- Combustible para calderas, hornos y estufas.
- Generación de electricidad.
- Combustible alternativo en la línea de gas natural o aprovechamiento como combustible vehicular.

Como se ha mencionado anteriormente en la PTAR SAB en el municipío de Tijuana Baja California, el biogas se aprovechara para la generación de energía electrica.

Para su utilización, es necesario tratar el biogás hasta el nivel exigido para su aprovechamiento.

a) Tratamiento para mejorar la calidad del biogás

Las principales etapas de tratamiento para mejorar la calidad del biogás son:

- Remoción gruesa del sulfuro de hidrógeno.
- Remoción de concentraciones traza de sulfuro de hidrógeno.
- Separación de dióxido de carbono y otros componentes del biogás.
- Remoción de la humedad en el biogás; etapa que se realiza antes de la separación del dióxido de carbono, cuando la tecnología de remoción de CO
- Remoción de siloxanos para evitar las incrustaciones de sílice.

b) Tecnología utilizada para el tratamiento del biogás

La purificación del biogás se realiza en dos etapas: un tratamiento primario y uno secundario. La ilustración 9 y la Tabla 22 resumen las principales tecnologías para el tratamiento del biogás.

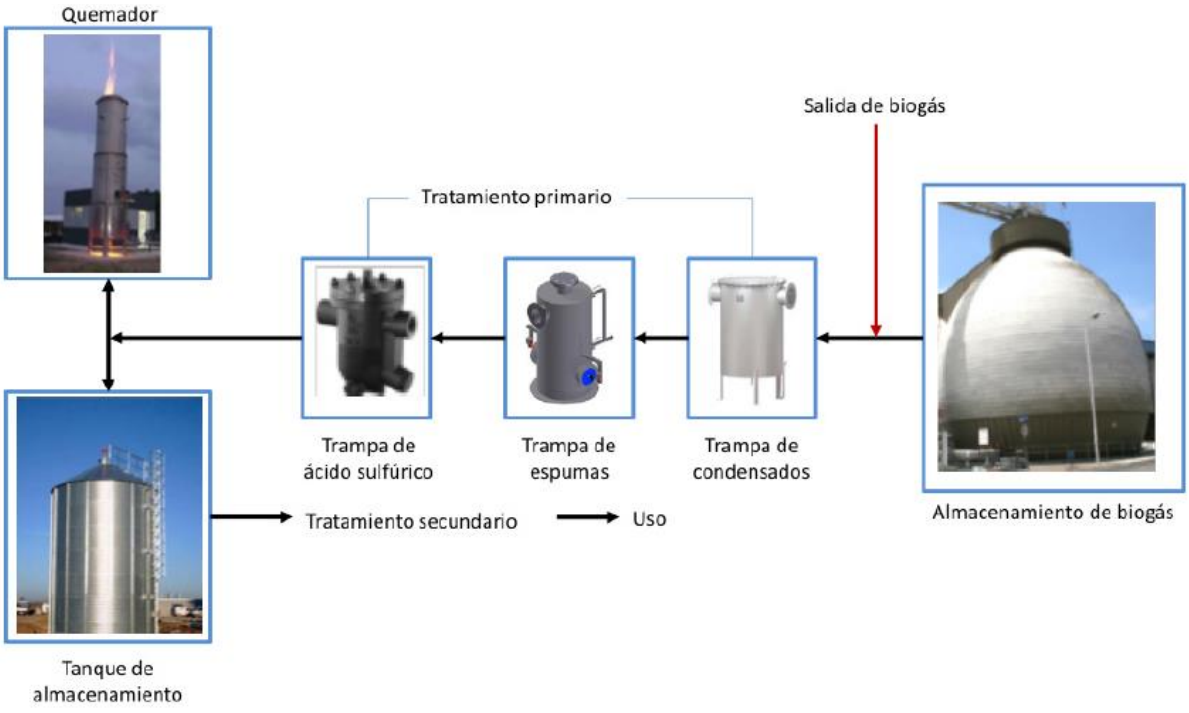


Ilustración 9 Tren de tratamiento de biogás

Tabla 22 Tratamientos, contaminantes y tecnología disponible para la limpieza del biogás

Tratamiento		Tecnología utilizada
Primario Primera etapa de reducción de contaminantes normalmente por medio de operaciones físicas	Agua	Condensación Absorción en líquidos Adsorción física en sólidos Adsorción química en sólidos
	Remoción de espumas	Diferentes dispositivos separadores y rompedores de espuma
	Remoción de partículas	Filtración sobre arena o cerámica
Secundario Procesos diseñados para pro-porcionar una mayor limpieza al biogás. Son tratamientos físicos, químicos y biológicos	Separación parcial de sulfuro de hidrógeno Eliminación de trazas de sulfuro de hidrógeno	Absorción (lavado con agua, lavado cáustico) Adsorción (carbón activado, zeolitas) Físicos (condensación) Precipitación química ($FeCl_3$, otros) Oxidación química (O_3 y $KMnO_4$, otros) Oxidación biológica (biofiltración, biolavadores, biopercoladores)
	Remoción de gas carb (CO_2)	Adsorción (modulación de presión) Absorción (lavado con agua a presión, física y química) Permeación con membranas de baja o alta presión Criogénesis
	Remoción de siloxanos	Absorción con selexol Adsorción con carbón activado Enfriamiento
	Remoción de oxígeno y compuestos orgánicos halogenados	Lavado con agua presurizada Lavado físico con solventes Absorción y adsorción química

i) Tratamiento primario

Representa la primera etapa en la reducción de la cantidad de contaminantes en el biogás y normalmente se usan operaciones físicas simples. Los principales contaminantes removidos o reducidos son: agua (contaminada) llamada "condensado" y partículas. La presencia de agua líquida en las tuberías de gas puede tener un efecto perjudicial. La acumulación de agua reduce el espacio disponible para el flujo de gas e incrementa las pérdidas de presión, por lo que se debe controlar y minimizar la presencia de agua en las tuberías de biogás. En caso de que la concentración de sulfuro de hidrógeno (H_2S) en el agua sea mayor a 1,000 mg L^{-1} es recomendable hacer un tratamiento para reducir su concentración por debajo de este valor.

ii) Tratamiento secundario

Estos son procesos diseñados para proporcionar una mayor limpieza al biogás, e incluyen tratamientos físicos, químicos y biológicos.

ii-1) Remoción de vapor de agua

Para la remoción de agua del gas se utilizan las siguientes técnicas: Secado por enfriamiento. Es la técnica más común para el secado de gases de digestores. Se utilizan intercambiadores de calor y enfriadores mecánicos para enfriar el gas y condensar el agua, la cual puede separarse por medio físicos.

Secado por adsorción. Se deben diseñar adecuadamente para remover el vapor de agua y otros contaminantes presentes en el gas.

Secado por medio de filtros coalescentes.

Secado por medio de glicoles. El glicol es una sustancia higroscópica y se usa frecuentemente para remover el agua del gas natural.

ii-2) Remoción de sulfuro de hidrógeno

El sulfuro de hidrógeno es uno de las impurezas más frecuentes en el biogás. Es un gas tóxico, combustible y oloroso. Sin un control adecuado, las concentraciones de H_2S en el biogás generado en plantas de tratamiento municipales pueden estar en un rango de 150 a 3,000 mg L^{-1}.

El sulfuro en el biogás de las PTAR puede venir directamente de los compuestos oxidados que se encuentren en el agua residual tales como sulfatos, sulfitos y tiosulfatos presentes en altas concentraciones en algunas aguas residuales industriales o municipales. En forma general, la

concentración de sulfuros en el biogás proviene de la presencia de los compuestos oxidados de azufre en el agua residual, ya sea que su origen sea la fuente de agua potable de la población o de la concentración que contengan los diferentes productos de limpieza, uso personal, medicamentos, alimentos procesados, etc., que use la población.

Estos compuestos sirven como aceptores de electrones para las bacterias sulfato-reductoras, las cuales consumen compuestos orgánicos en el reactor anaerobio y producen el sulfuro de hidrógeno (H_2S).

La cantidad de H_2S que se produce por unidad de DQO (demanda química de oxígeno), es igual a la cantidad de DQO requerida para producir metano (CH_4); 4 L de H_2S/g DQO utilizado a 35°C. A diferencia del metano, el H_2S es muy soluble en agua, con una solubilidad de 2,650 mgL^{-1} a 35°C. (Metcalf & Eddy, 2013). Sin embargo, la concentración de contaminantes en el biogás de los reactores anaerobios también se controla con los límites máximos recomendados para una buena producción de metano y evitar la inhibición de las bacterias metanogénicas.

Si se desea tener un biogás rico en metano, se recomienda que la concentración de sulfuros en el reactor sea menor a 20 mg L^{-1} para una óptima actividad metanogénica, ya que las sulfato-rreductoras compiten por la fuente de carbono, concentraciones mayores de sulfatos pueden ser tóxicas (Speece, 1996). La actividad metanogénica puede decrecer en más del 50% con concentraciones de 50 a 250 mg L^{-1} (Arceivala, 1998). Por lo tanto, la estabilización anaerobia de lodos requiere del control de la concentración de H_2S, para obtener una corriente de gas rica en metano. Para tal efecto, será necesario contar con sistemas de tratamiento que eliminen del lodo los sulfatos antes de que éste ingrese al reactor anaerobio.

El H_2S y sus derivados, deben removerse del biogás para prevenir la corrosión en las calderas, equipos de agua caliente, compresores de gas y motores. Además, es un contaminante del aire, es tóxico y puede causar la muerte en pocos minutos.

Las principales formas para remover H_2S son:

- Absorción en líquidos, con sustancias tales como: aminas, agua, carbonato de potasio, polietilenglicol y metanol. Esta absorción generalmente se realiza en columnas empacadas, al igual que la desorción para la regeneración del absorbente.
- Separación mediante membranas.
- Formación de sulfuros metálicos, con compuestos tales como óxidos de hierro, zinc, acetato de zinc entre otras. El H_2S reacciona con el óxido de hierro para formar hierro elemental, azufre elemental y agua.

- Oxidación por microorganismos.
- Sistemas de adsorción. Se utiliza carbón activado tratado con un material alcalino para adsorber el H_2S del biogás. Estos sistemas se recomiendan para tratar pequeñas cantidades de gas.
- Sistemas catalíticos que utilizan una solución acuosa de un quelato de hierro como catalizador y producen azufre elemental. El catalizador se regenera con aire en un reactor de oxidación.
- Desulfuración por adición de sales de hierro en el reactor

Algunas plantas de tratamiento adicionan sales de hierro directamente al digestor o al afluente de la planta. El hierro reacciona con el sulfuro para formar sulfuro de hierro insoluble. Las sales de hierro no pueden adicionarse en las tuberías que conduzcan lodos a alta temperatura ya que se forma rápidamente una incrustación de fosfato ferroso. También se debe tener mayor control en el digestor ya que las sales de hierro consumen alcalinidad y pueden disminuir el pH del sistema.

La remoción in situ (en el digestor) de sulfuros mediante la adición de sales/óxidos de hierro al lodo del digestor se realiza comúnmente en muchas plantas de tratamiento.

Los cloruros de hierro, fosfatos u óxidos se añaden directamente dentro del digestor o dentro del tanque de almacenamiento de lodos que alimenta a este. La adición de $FeCl_3$, que es un líquido, es lo más utilizado. También se pueden añadir hidróxidos de hierro [$Fe(OH)_3$ o $Fe(OH)_2$] en forma sólida y cloruro férrico ($FeCl_3$). Estos reaccionan con el sulfuro de hidrógeno generado en el digestor y forman sales insolubles de sulfuro de hierro. Debido a esta precipitación, se previene la liberación de H_2S hacia el biogás.

La adición de iones de hierro divalente o trivalente está relacionada con el equilibrio del sulfuro de hidrógeno entre la fase líquida y gaseosa. Los requerimientos de hierro (en gramos por día) pueden determinarse, de acuerdo con la siguiente fórmula (Ries, 1993).

$$Fe = \beta \cdot \frac{M_{Fe}}{M_s}\left(\frac{H_2S_{aq}}{f_{H_2S}} \cdot V_{Substrato} + \frac{\Delta H_2S_g}{1000} \cdot \rho_{H_2S} \cdot V_{Biogás}\right)$$

Donde:
Fe = Iones de hierro (g d^{-1})
H_2S_{aq} = Sulfuro de hidrógeno disuelto total (g m^{-3})
f_{H_2S} = Porción total del sulfuro disuelto como H_2S_{aq}
ΔH_2S_g = cantidad de H_2S removido del biogás (ppmv)
$V_{Sustrato}$ = Flujo del sustrato (m^3 d^{-1})
$V_{Biogás}$ = Flujo de biogás (m^3 d^{-1})

ρ_{H_2S} = Densidad de H_2S (g L^{-1})
M_{Fe} = Masa molecular de hierro (g mol^{-1})
M_S = Masa molecular del azufre (g mol^{1-1})
β = factor de sobredosis: 1.7-2.3 o de 3-5. Este factor extra se debe a la presencia de fósforo, compuestos orgánicos y otros que puedan consumir hierro en el sistema.

Este método es muy efectivo en reducir altos niveles de H_2S. Con este método se pueden alcanzar niveles de 100-200 ppmv (Ries, 1993).

Los costos de inversión son bajos ya que únicamente se requiere un sistema de dosificación de sales de hierro. El costo de operación depende de la cantidad de sulfuro de hidrógeno generado durante el proceso de digestión; además, cuando se utilizan materiales crudos que son ricos en proteínas y otras moléculas contenedoras de sulfuros, este método puede llegar a ser muy costoso.

ii-3) Desulfuración con adición de oxígeno in situ en el digestor método seleccionado para la PTAR SAB, en el municipio de Tijuana, Baja California.

Un método sencillo de desulfuración es la adición de oxígeno o aire directamente en la interfase entre el lodo que se encuentra en el digestor y donde se inicia el almacenamiento de biogás en el domo del reactor. En este punto se coloca una malla donde se inoculan los microorganismos. De esta forma se lleva a cabo la oxidación biológica del H_2S a sulfuro elemental y sulfatos mediante bacterias Thiobacillus. Estas bacterias crecen en la superficie del digestato (lodo del reactor) y requieren de bajas cantidades de oxígeno (3-6% de aire en el biogás) proporcionado por una bomba de aire. Dependiendo de la temperatura, el tiempo de reacción y la cantidad de aire se pueden reducir de un 80-99% el H_2S, o en concentraciones alrededor de 20 a 100 mg L^{-1} de H_2S.

Este método es probablemente el menos costoso y el más fácil de implementar donde no se requiere de un pulimento muy exigente del biogás. Por ejemplo, cuando el biogás sólo se limpia para prevenir problemas de corrosión y de olores. Así, la desulfuración in-situ en el digestor es el método más aplicado como desulfuración primaria en plantas de biogás para utilizar motores para cogeneración.

ii-4) Remoción de siloxanos

Los siloxanos son una familia de compuestos orgánicos antrópicos que contienen silicón, los cuales se encuentran en muchos productos de limpieza y de cuidado personal como desodorantes, cosméticos y shampoos, además en colorantes y lubricantes.

Muchos siloxanos volátiles se encuentran en los gases de los digestores y de los rellenos sanitarios en concentraciones de miligramos por litro. Estos productos en la combustión forman depósitos abrasivos de dióxido de silicón. La combustión de siloxanos también promueve la formación de otras incrustaciones o depósitos químicos (por ejemplo, de calcio, sulfuros, hierro y zinc). Los depósitos se forman sobre todas las instalaciones para la recuperación y el uso del biogás, como, por ejemplo, en la cabeza de los motores, válvulas, cámara de combustión e inyectores. También se depositan sobre catalizadores, en las superficies de las calderas y en tubos de las unidades de recuperación de calor.

El método más efectivo para removerlos del gas es la adsorción sobre carbón activado, pero primero debe removerse el agua y el H_2S para que el adsorbente tenga mayor vida útil. La remoción de siloxanos también ocurre por disolución en agua a muy bajas temperaturas (>-20 °C).

ii-5) Remoción de dióxido de carbono

En este punto no se entrará a detalle ya que la eliminación de dióxido de carbono no es necesaria para utilizar el biogás en las unidades de cogeneración, esta se realiza cuando se quiere utilizar el gas directamente en vehículos, celdas de combustión o directamente en plantas de gas metano., por tal razón n.

El proceso más común para el lavado o purificación del biogás consiste en hacerlo pasar a través de una columna de absorción, la cual contiene alguna sustancia química o solvente o inclusive agua bajo presión. Estos solventes pueden regenerarse empleando una segunda columna conocida como desorbedora o de regeneración.

Al entrar en contacto con la sustancia, el H_2S y/o CO_2 se solubilizan, lo que produce una corriente gaseosa con alto contenido de metano (CH_4). La elección del método o técnica de purificación que debe emplearse en la limpieza del biogás generado en un sistema de tratamiento anaerobio, depende principalmente del flujo de biogás disponible y de la pureza de metano que se desee, lo que determina la viabilidad económica de la purificación.

X. Equipo para la generación de energía eléctrica

El uso del biogás como vector energético es recomendable desde el punto de vista ambiental y económico. El poder calorífico inferior de un biogás típico es de 21.5 MJ Nm^{-3}, con un gran potencial de aprovechamiento (poder calorífico inferior del gas natural 37.5 MJ Nm^{-3}).

Después de un tratamiento adecuado se puede utilizar y transformar en energía térmica, eléctrica y mecánica por medio de un motogenerador a gas y/o una caldera.

Generación combinada de calor y fuerza (cogeneración)

Los sistemas de cogeneración son los más utilizados en las plantas de biogás. En estas unidades se produce corriente eléctrica y se desarrolla un porcentaje más o menos alto de calor, dependiendo de la fuerza del generador utilizado. En Europa, el 50% de los equipos de cogeneración instalados en plantas de tratamiento trabajan con motores de cuatro tiempos, y el otro 50% motores a diésel. Tecnologías más modernas como las celdas de combustible y las microturbinas se empiezan a utilizar en plantas de tratamiento de Estados Unidos de América y Europa. La eficiencia total, es decir, la energía eléctrica y térmica en las máquinas de cogeneración modernas fluctúa entre el 85 y 95%, solo se pierde entre un 10 y 15% del biogás. Sin embargo, la eficiencia eléctrica es todavía baja (40%). De 1 m^3 de biogás se producen solamente 2.4 kWh de corriente eléctrica (Deublein & Steinhauser, 2011).

Un equipo completo de cogeneración incluye:

- Una unidad de manejo o accionamiento y el generador.
- Un sistema para el biogás.
- Ventiladores para el suministro de aire de combustión y disipar el calor radiante generado en el motor, generador y tuberías.
- Sistema de amortiguamiento de ruido (silenciadores).
- Lubricación automática.

El tiempo estimado para la reparación y mantenimiento de la unidad es de 30 días al año. Las especificaciones de la calidad del biogás para diferentes unidades de cogeneración se muestran en la Tabla 23 y en la Tabla 24. Los equipos utilizados para la cogeneración de electricidad y calor se presentan en la Tabla 25.

Tabla 23 Especificaciones de la calidad del biogás

Unidad de cogeneración	Contenido de H_2S	Siloxanos	Humedad	Condensado (Gotas)	Temperatura del gas
Cummins Clase A^3	12.9	0.52 ppmv como Si	80%	Ninguno	5-50 °C
Cummins Clase C^3	600 mg Nm^{-3} CH	12 mg Nm^{-3} CH_4	80%	Ninguno	5-50 °C
GE Jenbacher	700[1]	En función del Si detectado en el aceite del motor	<50% con tratamiento con carbon	Ninguno	<40 °C
Caterpillar	60 mg H_2S/ BTU	0.6 mg Si/ BTU	<80%, a temperatura mínima	Ninguno	-10 a 60 °C
Caterpillar/MWM	2,200 mg/10kW	<20 mg por 10 kWh	<80% a la temperatura más baja en el sistema de tuberías	-----	10-50 °C
Guascor*	<50 mg/ MJoule de biogás generado*	0.2 mg/ MJoule de biogás generado*			

1 Calidad del biogás, si no cuenta con catalizador en los gases de escape

3 Calidad de biogás Cummis

* Datos proporcionados por (Dresser-Rand, 2016)

Fuente: (Ries, 1993)

Tabla 24 Calidad de biogás requerido para unidades de cogeneración CAT

Componente	Unidad	Cantidad
Compuestos de azufre como H_2S	mg/MJ H_2S	10 0
Compuestos halogenados (Cl)	mg/MJ Cl	0
Amonia co	mg/MJ NH	0
Siloxanos como Sílice	mg/MJ Si	0. 1
Partículas	mg/MJ	0. 8
Tamaño de partícula	micras	1
Contenido de aceite	mg/ MJ	1.19

Fuente: (CAT, 2016)

Tabla 25 Equipos utilizados para la cogeneración de electricidad y calor en PTAR

Equipo	Características	Desempeño
Motogenerador de gas	Pueden generar simultáneamente energía eléctrica y térmica. En las PTAR se utilizan los motores a gas de ciclo Otto y diésel.	Son capaces de convertir entre 33 y 40% de la energía primaria en energía eléctrica
Turbinas	Las turbinas o microturbinas están formadas básicamente por un compresor, una cámara de combustión y la turbina como tal. La energía térmica de combustión primero se convierte en energía mecánica y luego en energía eléctrica	La eficiencia eléctrica y térmica de las diferentes turbinas para la conversión de biogás en electricidad y calor dependen de su potencia nominal.
Máquinas rotativas de gas	En el accionamiento directo de máquinas rotativas, la energía mecánica del motor de gas se transmite directamente al eje de la máquina accionado evitando pérdidas de energía.	Se pueden utilizar para accionar los sopladores y bombas del sistema de lodos activados.

En la PTAR SAB en el municipio de Tijuana, Baja California, la selección de la caldera e intercambiador de calor, se tomaron en consideración las siguientes características:

- Energía total requerida de 3,589.311 BTU/h.
- La eficiencia de trasferencia de calor es del 85 %, resultando en un requerimiento de energía de 4,222,719 BTU/h.
- Se consideraron 2 calderas.
- La capacidad comercial del intercambiador de calor es de 2,000,000 BTU/h, por lo que se requieren de 3 equipos, con 2 intercambiadores en operación y uno de respaldo.
- Tasa de recirculación de agua de 300 gpm.

En cuanto al equipo de cogeneración para generación de energía eléctrica se requiere lo siguiente:

- Eficiencia de generación de 85.5 %.
- 2 equipos.
- Capacidad del motor de 900 kW.
- Capacidad nominal a entregar de 800 kWe.

- Producción anual de energía eléctrica de 12 M kWh.
- Producción mensual de energía eléctrica de 1,017,792 kWh.

XI. Equipo para la generación de energía eléctrica

El uso del biogás como vector energético es recomendable desde el punto de vista ambiental y económico. El poder calorífico inferior de un biogás típico es de 21.5 MJ Nm^{-3}, con un gran potencial de aprovechamiento (poder calorífico inferior del gas natural 37.5MJ Nm^{-3}).

Después de un tratamiento adecuado se puede utilizar y transformar en energía térmica, eléctrica y mecánica por medio de un motogenerador a gas y/o una caldera; o utilizarse directamente como combustible o inyectarse a la red de gas natural.

- Generación combinada de calor y fuerza (cogeneración)

Los sistemas de cogeneración son los más utilizados en las plantas de biogás. En estas unidades se produce corriente eléctrica y se desarrolla un porcentaje más o menos alto de calor, dependiendo de la fuerza del generador utilizado. En Europa, el 50% de los equipos de cogeneración instalados en plantas de tratamiento trabajan con motores de cuatro tiempos, y el otro 50% motores a diésel. Tecnologías más modernas como las celdas de combustible y las microturbinas se empiezan a utilizar en plantas de tratamiento de Estados Unidos de América y Europa. La eficiencia total, es decir, la energía eléctrica y térmica en las máquinas de cogeneración modernas fluctúa entre el 85 y 95%, solo se pierde entre un 10 y 15% del biogás. Sin embargo, la eficiencia eléctrica es todavía baja (40%). De 1 m^3 de biogás se producen solamente 2.4 kWh de corriente eléctrica (Deublein & Steinhauser, 2011). Un equipo completo de cogeneración incluye:

- Una unidad de manejo o accionamiento y el generador.
- Un sistema para el biogás.
- Un sistema para el biogás.
- Ventiladores para el suministro de aire de combustión y disipar el calor radiante generado en el motor, generador y tuberías.
- Sistema de amortiguamiento de ruido (silenciadores).
- Lubricación automática.

El tiempo estimado para la reparación y mantenimiento de la unidad es de 30 días al año.

XII. Tratamiento mínimo requerido para la limpieza del biogás

Se describe un sistema de limpieza de biogás para una planta de tratamiento de aguas residuales municipales con bajas concentraciones de sulfuro (<200 mg L-1) y siloxanos 0.2 mg L-1.

Si el gas que se genera en el reactor anaerobio de la PTAR tiene bajas cantidades de sulfuro y siloxanos, lo único que se requerirá será limpiar el biogás de espumas y de partículas en suspensión y eliminar el contenido de humedad. Solo al final de proceso se instalará una unidad de adsorción como prevención en caso de que se llegara a presentar en cualquier momento algunas concentraciones de sulfuros o siloxanos. Descripción del sistema

a) Sistema de calentamiento de biogás

El lodo espesado se bombea hacia un intercambiador de calor tipo espiral, donde se calienta por medio de una corriente de agua caliente que puede ser agua limpia o agua residual tratada. Al alcanzar la temperatura de operación entra al reactor anaerobio o digestor.

b) Sistema de mezclado de lodo

El lodo se mezcla con una parte de biogás producido en el reactor. El gas que sale del reactor pasa por un filtro de cerámica para remover partículas, se presiona y se regresa por la parte superior al reactor donde se mezcla por medio de lanzas.

c) Sistema de limpieza de biogás

En la Ilustración 10 y en la Tabla 26 se presentan los equipos que integran el sistema de limpieza de biogás.

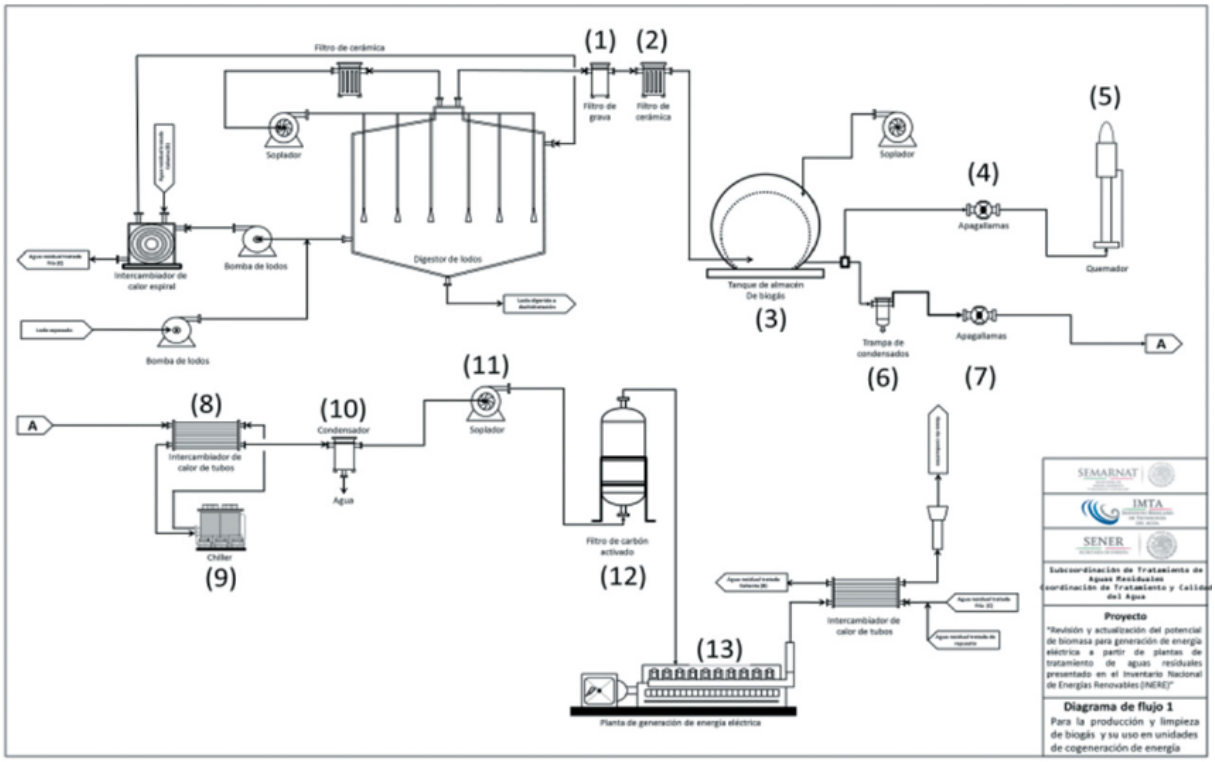


Ilustración 10 Tratamiento mínimo requerido para la limpieza del biogás

Tabla 26 Equipos utilizados para la limpieza del biogás y su función

N°	Equipos	Función
1	Filtro de grava	Remoción de partículas
2	Filtro de cerámica	Remoción de partículas finas
3	Tanque de almacenamiento de biogás	Almacenamiento del biogás
4	Apagallamas	Protección contra incendio antes del quemador
5	Quemador	Quemar exceso de biogás
6	Trampa de condensados	Eliminación de agua y sulfuros
7	Apagallamas	Protección contra incendios antes del intercam- biador de calor
8	Intercambiador de calor de tubos	Pre-enfriamiento del biogás
9	Unidad de enfriamiento (intercambiador-chiller)	Enfriamiento del biogás
10	Condensador	Remoción de humedad del biogás
11	Soplador	Incremento de presión del biogás
12	Filtro de carbón activado de dos etapas	1° etapa: adsorbedor de trazas de sulfuro 2° etapa: siloxanos
13	Sistema de cogeneración	Producción de energía eléctrica y calor

El gas que sale del reactor tiene la siguiente secuencia de tratamiento:

- El gas sale del reactor y pasa por un sistema de filtración para remoción de partículas. El primer filtro es de arena (1) y el segundo filtro de cerámica (2). En estos filtros se remueven partículas hasta de 10 micras.
- Pasa a un tanque de almacenamiento de biogás tipo membrana. La presión y el volumen de llenado del tanque de almacenamiento se controlan por medio de un soplador.
- Si existe un exceso de biogás en el tanque de almacenamiento, este pasa por un apaga llamas (4) y posteriormente al quemador (5).

El gas que se va a utilizar para la producción de energía eléctrica y calor continúa con el siguiente tratamiento:

- Se inicia la remoción de agua al pasar por una trampa de condensados. En este punto también se espera una remoción de sulfuros debido a su alta solubilidad en agua.
- El gas continúa hacia un apagallamas de seguridad (7) y se dirige hacia una etapa de enfriamiento en un intercambiador (8) que recibe la corriente fría del chiller (9). En esta etapa de enfriamiento el gas llega a una temperatura de aproximadamente 21 °C.
- Posteriormente, pasa por un condensador (10) donde se sigue removiendo agua, sulfuros y un 30% de siloxanos.
- El gas pasa por una etapa de compresión utilizando un soplador (11) para elevar la presión del biogás y, finalmente, por una etapa de adsorción sobre carbón activado de dos lechos (12). En el primero se elimina el sulfuro y en el segundo los siloxanos.
- Una vez terminado el tratamiento de limpieza, el biogás tiene la calidad exigida por la unidad de cogeneración (13) para la generación de energía eléctrica.
- Los gases de combustión pasan por un intercambiador de calor donde se aprovecha la temperatura de estos gases para calentar el agua que a su vez calentará el lodo que entra al digestor.

En la Tabla 21 se muestra la remoción que se podría alcanzar de los diferentes compuestos en el sistema de tratamiento descrito anteriormente para conducirlos a la unidad de cogeneración. Se toma como base un biogás que sale del digestor con una presión de 20 mbar, 35°C de temperatura,

150 g Nm^{-3} de H_2S, 600 mg Nm^{-3} de siloxanos y 400 mg Nm^{-3} de compuestos orgánicos volátiles (COV).

Tabla 27 Balance de masa en los equipos principales de limpieza.

Características del biogás	Biogás a la salida del digestor	Salida trampa de condensados	Salida de la unidad de enfriamiento	Salida de la unidad de compresión	Entrada a la unidad de cogeneración
Presión (mbar)	20	25-28	25-28 mbar	120 mbar	100 mbar
Temperatura (°C)	35	20-35	3-5	15-20	28-30
Agua (g Nm^{-3} de biogás. h)	40	30	8	7.2	7
Sulfuro de hidró- geno (g Nm^{-3})	150	120	100	100	<100
Siloxanos (mg Nm^{-3})	600 mg/m^3	600	480	480	< 3
Compuestos orgánicos volátiles (mg Nm-3)	400	380	280	280	< 3 mg

a) Finalidad del sistema

Generar energía eléctrica para la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales. Características de una unidad de cogeneración para tratar un flujo máximo de 400 m3 h-1 de biogás.

Motor de combustión interna:

- Capacidad nominal: 1,059 kW.
- Flujo mínimo de biogás: 232 m3 h-1
- Flujo máximo de biogás: 419 m3 h-1
- Eficiencia eléctrica: 39.0%.
- Eficiencia térmica: 35%.
- Temperatura de operación: 79 a 103 °C.
- Dimensiones: 12.2 X 2.5 X 2.6 m.
- Peso: 27.8 t.

b) Tipo y sistema de tuberías aplicado en los sistemas de limpieza de biogás

b.i) Materiales

El material que se emplea para la tubería de calentamiento del agua es acero al carbón y, para la conducción del biogás, se utiliza polietileno de alta densidad.

b.ii) Diámetros

El diámetro de la tubería de salida de los digestores es de 8 pulgadas, cuando se unen pasa a uno de 10 pulgadas para ingresar al tanque de almacenamiento.

La tubería del biogás hacia el quemador se reduce de 10 a 8 pulgadas.

El biogás sale del tanque de almacenamiento por una tubería de 10 pulgadas, que se reduce a 6 pulgadas y posteriormente a 4 pulgadas.

El traslado del biogás por los diferentes equipos de limpieza, enfriamiento y calentamiento es por tuberías de 4 pulgadas.

Las interconexiones en el filtro de carbón activado de entrada y salida se reducen a 2 pulgadas.

b.iii) Sistema de tuberías

La tubería sale del digestor para llegar al tanque de almacenamiento. Antes de este, se hace una derivación hacia el quemador de biogás.

Después del tanque de almacenamiento la tubería se dirige hacia el scruber, y luego hacia los sopladores.

La corriente ingresa posteriormente hacia los intercambiadores de calor. Después de estos, la tubería pasa a un filtro de carbón activado y a una trampa de condensados, e ingresa a la planta de generación de energía eléctrica.

c) Máquinas, equipos e instalaciones requeridas para una planta de limpieza de biogás que trata 400 m^3 h^{-1} de biogás

- Dos reactores anaerobios termofílicos.
- Cuatro intercambiadores tipo espiral.
- Dos bombas centrifugas de descarga de lodos digeridos.
- Dos bombas centrifugas de recirculación de lodos digeridos.
- Un tanque de almacenamiento de biogás.
- Un quemador de biogás.
- Un soplador de aire de soporte tipo centrífugo, con capacidad de 483 Nm^3 h^{-1}, presión de descarga 24 mbar.

- Un filtro de gas tamaño de partículas de 0.1 micrones, malla de acero inoxidable.
- Un dren.
- Dos sopladores de lóbulos, con capacidad de 257 scfm (ft^3 min^{-1} estándar), para incrementar la presión hasta 8 psig (lb in^{-2}).
- Un intercambiador de calor biogás-biogás para enfriar el biogás hasta 21 °C.
- Dos intercambiadores de calor biogás-refrigerante para enfriar el biogás a 1.7 °C (1).
- Un separador de humedad.
- Dos unidades con tres intercambiadores de calor para enfriar el biogás a -23 °C.
- Tres filtros de carbón activado.
- Una planta de generación de energía eléctrica.

I.2.1. Hojas de seguridad

Las Hojas de Seguridad (HDS o MSD) de las sustancias utilizadas como insumos del proceso principal y auxiliares se presentan en el **Anexo III** del Análisis de Riesgo, las MDS se encuentran a disposición del personal, las cuales contienen los riesgos potenciales al utilizase, almacenar y/o transportar cada uno de estas sustancias químicas y la acciones a seguir en caso de un accidente o de una emergencia. Es importante mencionar que las hojas de seguridad se encuentran en proceso de cambio de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

I.2.2. Almacenamiento

Tabla 28. Equipos de almacenamiento.

Almacenamiento							
Equipo	**Cantidad**	**Características**	**Código o estándares de construcción**	**Dimensiones**	**Capacidad Max. de almacenamiento**	**Dispositivos de seguridad instalados**	**Localización dentro del arreglo general de la planta**
Sedimentadores (primarios)	3	base circular de concreto armado	---	Diámetro: 38 m Altura: 5.2 m	3,553.6 m3	compuertas, válvulas de apertura y cierre	Tratamiento primario
Zanjas de oxidación	3	rectangulares, base de concreto armado	---	Ancho: 28 m Altura: 5.0 m Largo: 63.0 m	11,898.8 m^3		Zanjas de oxidación
Sedimentadores (secundarios)	3	base circular de concreto armado	---	Diámetro: 42 m Altura: 5.5 m	4,941.4 m3	compuertas, válvulas de apertura y cierre	Tratamiento secundario
Cárcamo de recirculación de lodos	1	---	---	---	---	---	Zanjas de oxidación
Espesadores de lodos	2	base circular de concreto armado	---	Diámetro: 17.0 m	lodo espesado 598.7 m3/dia	---	Espesado de lodos
Cárcamo de bombeo	1	---	---	----	----	---	Después del espesador de lodos
Biodigestores anaerobios	3	base circular de concreto armado	---	Diámetro: 16 m Altura: 17.8 m	3,195.1 m^3	válvulas de apertura y cierre	Biodigestores

Almacenamiento							
Equipo	**Cantidad**	**Características**	**Código o estándares de construcción**	**Dimensiones**	**Capacidad Max. de almacenamiento**	**Dispositivos de seguridad instalados**	**Localización dentro del arreglo general de la planta**
Tanque de contacto de cloro	1	Base rectangular de concreto armado	---	Ancho: 13.5 m Altura: 3.5 m Largo: 24.0 m	1093.5 m^3	válvula dosificadora	Cloración
Gasómetro	1	esfera, tanque de doble membrana	---	Diámetro: 16.6 m Altura: 12.4 m Área: 216.4 m^2	3,296.4 m^3	válvula de alivio de presión, pararrayos, quemador	Cogeneración

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Tabla 29. Equipos de proceso y auxiliares

Equipos auxiliares				
Nombre	Número de equipos	Características técnicas	Bases de diseño	Localización dentro del arreglo general de la planta
Agitadores superficiales	---	---	---	Zanjas de oxidación
Bombas	4	sumergibles	---	cárcamo de bombeo
Centrifugas	2	tambor cilíndrico cónico	---	Cárcamo de lodos

I.2.4. Pruebas de verificación

Previo al inicio de operaciones se realizarán revisiones a las tuberías y tanques, cumpliendo con la normativa, así como pruebas de hermeticidad y por entidades autorizadas para la evaluación y dictaminarían líneas de tubería, tanques de almacenamiento, equipo y maquinaria o lo que resulte aplicable.

I.3 Condiciones de operación

Debido al proceso productivo de la PTAR, el tratamiento de agua residual se lleva a cabo en condiciones normales.

Sin embargo, para el caso que compete al presente estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, en la generación y/o formación del biogás, la presión de operación en los tanques digestores anaerobios la presión a la que el gas saldar de estos será de 2 bar, para almacenar en el gasómetro, posteriormente al ingresar al equipo de cogeneración ingresara a una presión de 5 bar.

Así como una temperatura de proceso que oscila entre los 35 a 50 °C

I.3.1. Especificación del cuarto de control

El área para el cuarto de controles estará en función de las necesidades del proyecto y en él se instalarán los interruptores generales y arrancadores de los equipos, así como los interruptores y tableros generales de fuerza e iluminación de toda la planta, la cual se construirá en material de block y mortero con acabado en pulido.

I.3.2. Sistemas de aislamiento

Para el caso del área que compete a la cogeneración, lo equipos (digestores, gasómetro y quemador) se ubicaran en una zona alejada del proceso principal (tratamiento de aguas residuales), así como los materiales de los que se elaboraran cumplirán con las especificaciones requeridas por la normatividad aplicable.

I.4 Análisis y evaluación de riesgos

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

En México las instalaciones que manejan sustancias químicas causan controversia por el temor de la población derivado del manejo de grandes volúmenes y presiones de operación, situación que se agrava cuando se trata de combustibles (hidrocarburos), sin embargo mediante estudios realizados anteriormente, se estima que más del 80% de los accidentes ocurridos en las instalaciones que manejan sustancias químicas son provocadas por el personal que directa o indirectamente laboran dentro de éstas y el 20% restante es provocado por los equipos que manejan el hidrocarburo.

Al realizar el presente análisis de riesgo con la aplicación de la metodología del análisis de riesgos puesta en marcha en la planta, se genera una inclusión entre el personal de la PTAR de San Antonio de los Buenos, donde pueden visualizar de manera sistemática los riesgos que se pueden generar en su planta.

A continuación, se presentan tablas y gráficas estadísticas de emergencias químicas reportadas. Ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), en las cuales se da información acerca de los incidentes/accidentes causados por sustancias químicas en la República Mexicana del periodo de 2000-2018[1], cuyos datos proporcionan lo siguiente:

El Estado de Baja California en el periodo indicado se reportaron un total de 282 emergencias ubicándolo en el lugar número 15 a nivel nacional.

El 72.40 % de las emergencias ocurrieron durante el Transporte de las sustancias, el 18.00 % en Planta y el 9.60 % en algún otro lado. Esta información es un promedio del total de reportes en dicho periodo.

En 2018 se reportaron ante PROFEPA un total de 681 emergencias químicas a nivel nacional.

1 Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA, PROFEPA, SEMARNAT, Subprocuraduría de Inspección Industrial, Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación Dirección de Emergencias Ambientales, 2018.

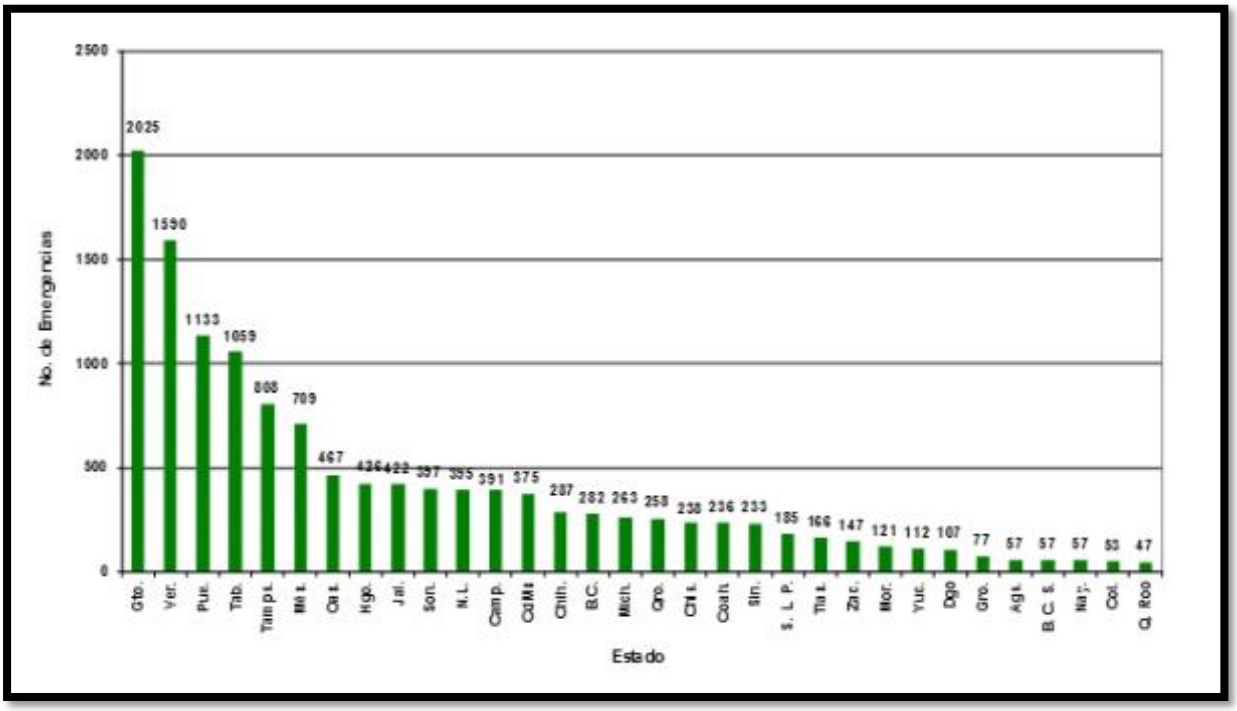


Ilustración 11. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2018).

Tabla 30. Sustancias involucradas en las emergencias químicas en México.

Sustancia	Frecuencia	%	% Acumulado
Gas L.P.	166	22.59	22.59
Hidrocarburo	137	18.64	41.22
Desconocida	55	7.48	48.71
Pólvora	49	6.67	55.37
Gasolina	48	6.53	61.90
Metano	43	5.85	67.76
Diesel	40	5.44	73.20
Amoniaco	21	2.86	76.05
Ácidos	17	2.31	78.37
Plásticos	15	2.04	80.41
Otros (63)	144	19.59	100.00
Total	**735**	**100.00**	

Fuente: Emergencias químicas reportadas a PROFEPA 2000-2018.

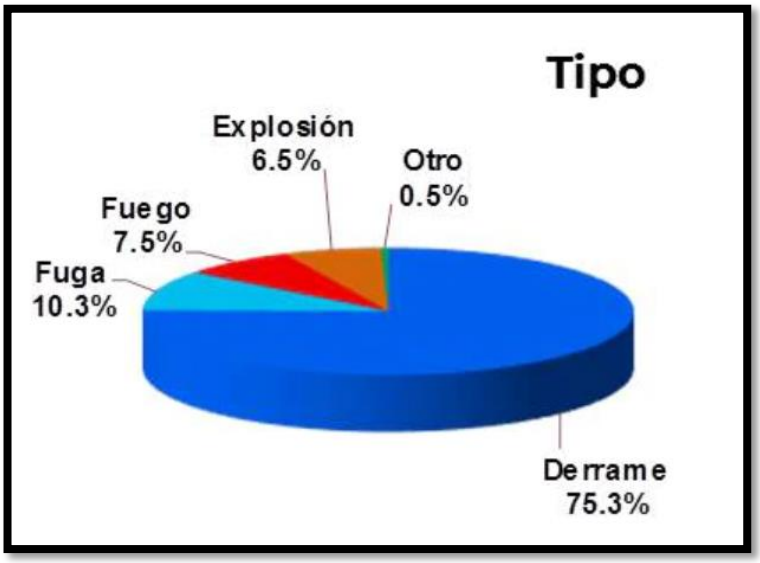


Ilustración 12. Emergencias químicas por tipo.
Fuente: Emergencias químicas reportadas a PROFEPA 2000-2018.

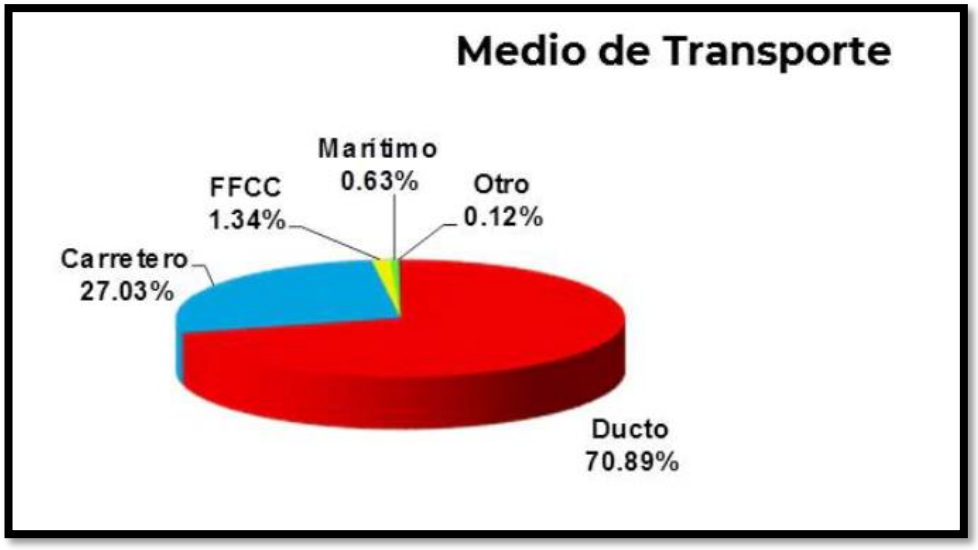


Ilustración 13. Características por medio de transporte de emergencias químicas.

De acuerdo a la gráfica y tablas anteriores se puede observar que los riesgos que involucran gasolinas y diésel (combustibles), son de mayor frecuencia en comparación con otros compuestos químicos, sin embargo, la incidencia en las plantas que manejen hidrocarburos son poco probables en comparación con los que han generado el transporte por ductos y en accidente por el transporte carretero de combustibles.

En el Informe de actividades 2018, la PROFEPA recibió en ese año 5,140 denuncias a nivel nacional las materias más denunciadas fueron: forestal con 1,887, ordenamiento ecológico e impacto ambiental 668; fauna 667; y contaminación a la atmósfera con 613 denuncias. En la siguiente gráfica se muestra la distribución por recurso afectado de las denuncias populares recibidas durante 2018.

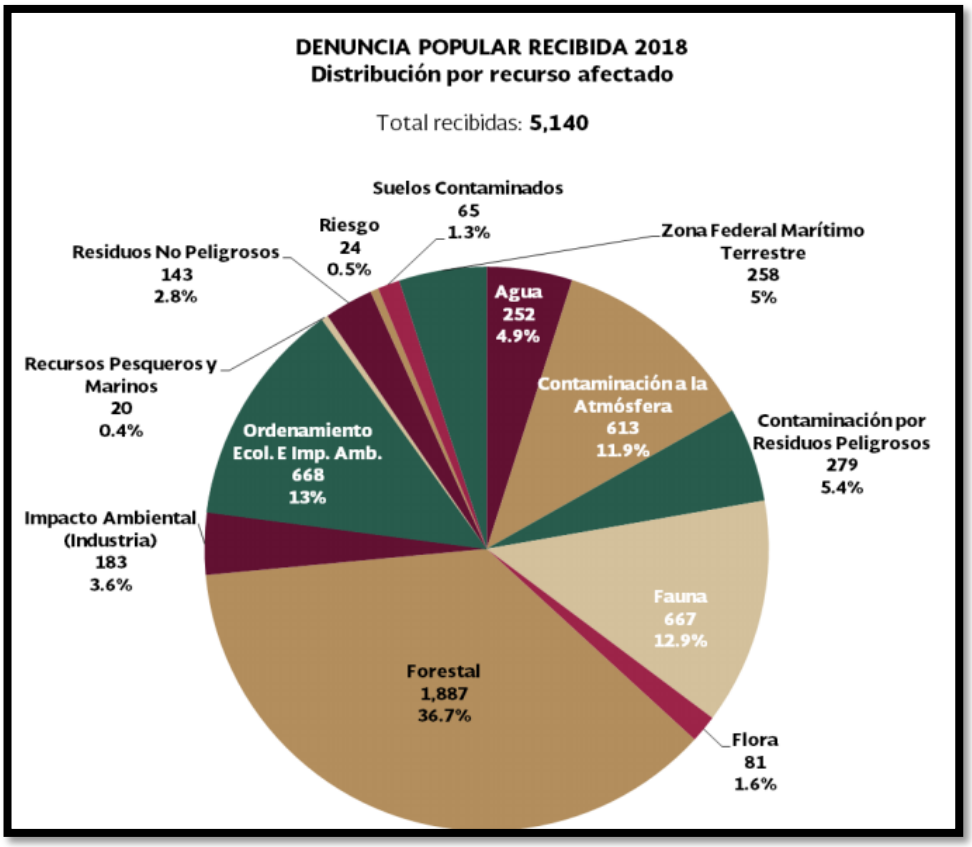


Ilustración 14. Gráfica de denuncia popular recibidas en PROFEPA 2018.

Atención y seguimiento de Emergencias Ambientales 2018.

La PROFEPA cuenta con el Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA). En el 2018 se recibieron 717 notificaciones sobre la ocurrencia de emergencias ambientales, de las cuales 277 fueron provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias químicas, 143 por explosiones, 139 por fugas, 147 por incendios en las instalaciones y 11 por otras causas. De 717 emergencias, 243 se asociaron con hidrocarburos y petrolíferos, mientras que los restantes 474 otras sustancias del ámbito de la Procuraduría.

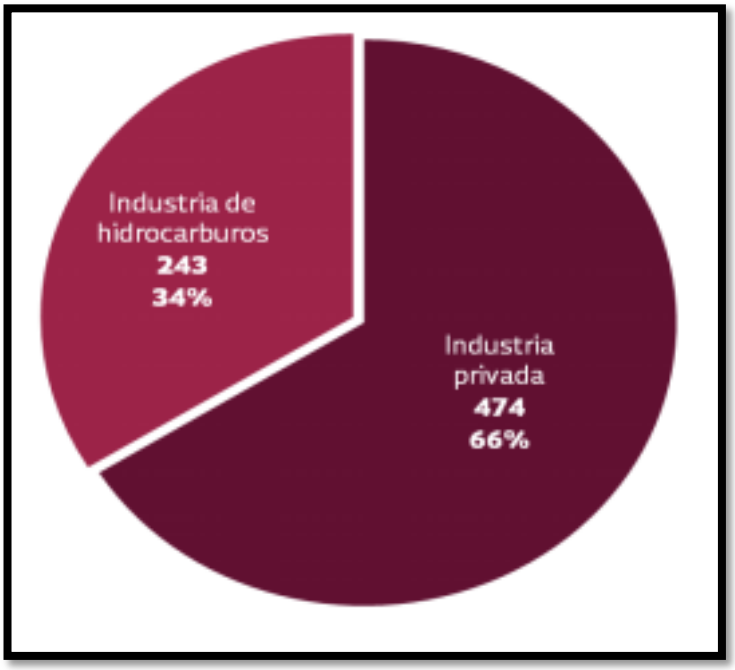


Ilustración 15. Emergencias notificadas por tipo de industria en PROFEPA 2018.

De acuerdo a las estadísticas de riesgos de trabajo registrados en el IMSS del 2008 al 2018, en promedio ocurren 527,802 riesgos de trabajo por año, distribuidos en accidentes de trabajo, accidentes en trayecto y enfermedades de trabajo, se podría decir que en promedio ocurren 1,446 riesgos de trabajo por día en todo el territorio nacional.

De manera particular, en lo que corresponde al gas, a partir de eventos tan importantes como los accidentes ocurridos los últimos años; en México, la explosión de gas L.P. en San Juanico y en Guadalajara el siniestro ocurrido el 22 de abril de 1992, la ciudadanía y el gobierno de México, adquirieron una nueva perspectiva del cuidado con el que deben manejarse productos que, si bien son indispensables para la vida moderna, pueden representar un peligro potencial para las personas y sus bienes cuando no se respetan las normas de seguridad y las reglas básicas para su almacenamiento, distribución y aprovechamiento. A medida que la tecnología ha aumentado, así también ha avanzado el riesgo asociado con esta. Los problemas ambientales derivados de la tecnología guardan relación estrecha con la seguridad, puesto que raras son las veces en que, en las consecuencias ambientales, sociales y económicas, no haya implícitas cuestiones de esta índole. Sin embargo, se debe tomar en cuenta el desordenado crecimiento de la población y la mala ubicación de los asentamientos que se ha tenido durante los últimos 20 años en la región.

Estadísticamente, este tipo de sistemas de transportación de gas natural cuenta con un buen nivel de seguridad. La posibilidad de ocurrencia de un accidente en este tipo de actividades se puede considerar relativamente mínima si se toma en cuenta la experiencia de la empresa, las condiciones de operación del proceso, y las medidas de seguridad que se adoptarán. Sin embargo, el manejo de gas natural, y de hidrocarburos en general en cantidades por arriba de la cantidad de reporte, entrañan un alto riesgo de accidentes potenciales. El manejo y distribución de gas natural se considera una actividad de alto riesgo, de acuerdo con lo señalado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (Diario Oficial de la Federación del 4 de mayo de 1992), cuya cantidad de reporte es de 500 kilogramos. Es necesario tener siempre presente que muchos accidentes se han producido en empresas que manejan todo tipo de productos, ocasionados generalmente por falta de conciencia o exceso de confianza por parte del personal o por descuido.

La preocupación de las autoridades federales, estatales y municipales con relación al manejo de productos químicos e hidrocarburos en general ha tenido una revisión cada vez mayor en los últimos 10 años, debido a que en la sociedad civil se han incrementado las preocupaciones sobre posibles impactos adversos a la salud y al entorno ecológico. Esta preocupación tiene como consecuencia el desarrollo de evaluaciones de riesgo en múltiples actividades que pudieran ocasionar riesgos a la salud. Estas evaluaciones de riesgo han dado como resultado una serie de conocimientos relacionados con las estimaciones de afectación y riesgos a la salud de varios de los proyectos de este tipo. La evaluación de riesgos es un instrumento eficaz, pero complejo y de continua evolución y actualización, de ella derivan muchas disciplinas incluyendo la ingeniería de la contaminación atmosférica, ingeniería de procesos, meteorología, tecnología computarizada, biología, química, toxicología y el estímulo a la relación entre la tecnología y el uso de recursos con la finalidad de promover la gestión del riesgo ambiental en miras al desarrollo sustentable. En el año 2008 se presentó una explosión de un ducto de gas natural, el reporte de accidentes es el siguiente:

Cita textual:

La explosión de un ducto de gas natural el 12 de septiembre de 2008, a las 8.10 horas, en el kilómetro 34.5 del municipio mexiquense de Cuautitlán Izcalli, provocó que los carriles centrales de la autopista México – Querétaro fueran cerrados a la circulación para evitar accidentes.

La explosión fue provocada accidentalmente por trabajadores de la empresa OHL quienes golpearon ducto al realizar trabajos de perforación para la construcción de un puente vehicular del Circuito exterior Mexiquense, tercera etapa, resultando dos personas lesionadas y el desalojo de un poco más de cinco mil habitantes.

El estallido, que levanto llamas de hasta 40 metros de altura, restaron lesionados el operador de la perforadora, Arturo Guevara Flores, quien tuvo tiempo de correr tras el flamazo; sin embargo, fue necesario su traslado al hospital de Traumatología del IMSS de Lomas Verdes, junto con Ramón Huidobro, quien transitaba por el lugar, por las graves quemaduras que sufrieron.

El flujo de gas se detuvo y se procedieron los trabajos de reparación de la tubería y a la revisión de las líneas eléctricas que pasan por la zona del incidente.

Una hora después del estallido, la flama se redujo hasta dos metros de altura, debido a que la empresa Diganamex cerro la válvula a la altura de Venta de Carpio, con el objetivo de controlar la conflagración en la brevedad posible y comenzar las maniobras de combate al fuego.

Sobre los datos de la explosión, se tiene el reporte de dos operadores de maquinaria lesionados que fueron conducidos al hospital de Lomas Verdes y a un sanatorio particular.

Asimismo, fueron desalojadas al menos 150 personas en un radio de 300 metros del incidente a fin de evitar riesgos. Únicamente la lateral de la autopista con dirección hacia la Ciudad de México se mantiene cerrada para facilitar los trabajos de reparación.

Tabla 31. Antecedentes de accidentes e incidentes.

No.	AÑO	CIUDAD Y/O PAIS	INSTALACIÓN	SUSTANCIA INVOLUCRADA	EVENTO	CAUSA DEL ACCIDENTE O INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (personal, población, medio ambiente, entre otros)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	FUENTE CONSULTADA
1	1970	Irán, agha Jari	---	Gas natural	Explosión	---	34 Muertos >1 Lesionado	---	CENAPRED, Informes técnicos; Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas. 2001
2	1980	Japón Shizuoka	---	Metano	Explosión	---	15 muertos 222 Lesionados	---	
3	1984	Estado de México	Planta de almacenamiento PEMEX San Juan Ixhuatepec	Gas L.P.	Explosión	Ruptura de tubería	>500 muertos >2,500 Lesionados >200, 000 evacuados	Evacuación	
4	1992	Turquía, Corlu	---	Metano	Explosión	---	32 muertos 64 Lesionados	---	
5	1992	Guadalajara	Ducto de PEMEX, drenaje.	Gasolina	Fuga-Explosión	Corrosión de tuberias	>206 muertos >1,500 Lesionados	---	
6	1993	China, Baohe		Gas natural	Explosión	---	70 Muertos	---	
7	1994	Corea, Seoul	Centro de ciudad	Gas natural	Explosión	---	>7 muertos 50 Lesionados >10, 000 evacuados	---	
8	2008	Cuautitlan Izcalli, Estado de México	Ducto	Gas natural	Explosión	Golpe a ducto	2 Lesionados >150 evacuados	Flujo de gas fue detenido. Reparación de tubería. Cierre de válvulas.	
9	2010	Venezuela	Plataforma de exploración	Gas Natural	Hundimiento	---	95 rescatados	---	

Las fugas de gas son los eventos de riesgo más frecuentes en este tipo de instalaciones y las causas más comunes que los producen y que deben ser prioridad para la PTAR de San Antonio de los Buenos, son las siguientes:

- Corrosión interna o externa en la tubería.
- Mala calidad de los materiales de construcción.
- Deficiencias en los procedimientos constructivos como soldadura eléctrica, protección catódica, recubrimiento exterior y pruebas de aceptación (radiográfica e hidrostática), entre otras.
- Deficiencia en el mantenimiento preventivo de las instalaciones.
- Inadecuada aplicación de procedimientos de trabajo.

La siguiente tabla establece las fugas reportadas por European Pipeline Incidente (EPI), con datos de hace más de 30 años, donde se puede observar que históricamente las fugas reportadas en instalaciones donde se manejan ductos de gas, donde las interferencias externas, defectos en la construcción y la corrosión son las primeras causas de generación de eventos de riesgo.

Tabla 32. Fugas reportadas por European Pipeline Incident (Europa).

EVENTOS DE RIESGO EN INSTALACIONES Y CAUSAS QUE LO PRODUCEN					
CAUSA	**FRECUENCIA POR 10,000 Km POR AÑO**				**%**
	ORIFICIO PEQUEÑO	ORIFICIO MEDIANO	RUPTURA	TOTAL	
Interferencias externas	0.70	1.70	0.50	2.90	50.43
Defectos de construcción	0.70	0.30	0.10	1.10	19.13
Corrosión	0.80	0.02	0.00	0.82	14.26
Movimientos de tierra	0.10	0.12	0.12	0.34	5.91
Error en una interconexión	0.20	0.06	0.00	0.26	4.52
Otros	0.30	0.06	0.00	0.33	5.75
Total	2.80	2.23	0.72	5.75	100.00

De acuerdo a las estadísticas proporcionadas por la O.P.S. (Office Of Pipeline Safety) acerca de líneas de ductos en operación de gas natural, del año 1984 a 1996 la suma de incidentes por año y sus causas se muestran en la tabla 36.

Tabla 33. Accidentes reportados por fugas, fuente O.P.S.

AÑO	No. DE ACCIDENTES	MUERTES	ACCIDENTES	DAÑOS A PROPIEDAD USD
84	203	12	57	3,956,642
85	205	22	96	9,470,452
86	142	29	104	11,078,800
87	164	11	115	11,786,125
88	201	23	114	12,131,436
89	177	20	91	8,675,816
90	109	6	52	7,594,040
91	162	14	77	7,765,749
92	103	7	65	6,777,500
93	121	16	84	15,346,655
94	141	21	91	53,260,166
95	97	16	43	10,950,673
96	108	14	66	11,242,842
TOTALES	1,933	211	1,055	170,036,895

En la siguiente tabla se muestran las causas más comunes que ocasionan accidentes en líneas de distribución de gas. Estas estadísticas fueron proporcionadas por la OPS (Office of Pipeline Safety).

Tabla 34. Causas más comunes de accidentes de ductos.

CAUSA	No. DE ACCIDENTES	% DEL TOTAL	DAÑOS A LA PROPIEDAD $USD	% DEL TOTAL	MUERTES	ACCIDENTES
Corrosión interna	0	0.00	$ 0	0.00	0	0
Corrosión externa	3	3.09	$ 31,000	0.28	1	2
Daños por fuerzas externas	66	68.04	$8,957,046	81.79	6	24
Construcción/errores de operación	5	5.15	$1,027,127	9.38	0	4
Accidentes causados por operación	6	6.19	$90,000	0.82	1	8
Otros	17	17.53	$845,500	7.72	8	5
Total	97		$10,950,673		16	43

En la tabla 45 que se presenta a continuación se muestran las principales sustancias involucradas en accidentes químicos del año 1990 al año 1996.

Tabla 35. Accidentes por fugas de sustancias.

SUSTANCIA	ACCIDENTES
Gasolina	223
Gas combustible	165
Diésel	122
Amoniaco	119
Combustóleo	65
Ácido sulfúrico	47
Aceite industrial	35
Cloro y compuestos del cloro	33
Hidróxido de sodio	17
Disolventes	11
Ácido clorhídrico	11
TOTAL	848

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el gas es una de las sustancias que ocasiona más accidentes. Las fuentes de las que se tomó la información fueron: CENAPRED de los años 1990-1996 y PROFEPA de los años 1993-1996.

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Para realizar la identificación de peligros el equipo que realiza el presente análisis de riesgo utiliza la técnica HAZOP, análisis de peligros y operatividad (por sus siglas en inglés Hazard And Operability Analysis) el cual se describe a detalle más adelante.

Para identificar y jerarquizar los riesgos dentro del proyecto, se convocó a un grupo de trabajo que, ayudados por un moderador, se concluyeron los siguientes criterios de aceptabilidad del riesgo:

Tabla 36 Criterios de aceptabilidad de riesgo

APLICACIÓN	*EJEMPLOS CUALITATIVOS*	*EJEMPLOS CUANTITATIVOS*
Aceptabilidad del riesgo	Matriz de riesgos	Individual y/o criterio de riesgo social
Aceptabilidad del riesgo y el costo	- Matriz de riesgo y umbral de costo. -Evaluación matemática del riesgo	Criterio de costo beneficio
Aceptabilidad de la probabilidad	Componentes de falla sencillos contra múltiples	Frecuencia del evento crítico
Aceptabilidad de las consecuencias	Límites de emisión	Niveles de concentración umbrales en los límites de la propiedad.

Una vez estandarizados los criterios de aceptabilidad de riesgos, se seleccionó las matrices de interacciones como metodología de jerarquización de riesgos, tomando como base lo especificado en la normatividad aplicable en la materia, lo cual toma como base la composición de riesgos por su probabilidad y sus consecuencias, definiendo el riesgo por la siguiente ecuación:

$$Riesgo = Frecuencia \cdot Rango\ de\ consecuencia$$

Tabla 37 Definiendo a las consecuencias mediante los siguientes términos:

RANGO DE CONSECUENCIA	CRITERIO CUALITATIVO DE CONSECUENCIAS
C4	- Una o más fatalidades. - Lesiones o fatalidades en la comunidad.
C3	- Daño permanente en sección localizada del proceso o construcción. - Accidentes incapacitantes u hospitalización.
C2	- Un accidente incapacitante. - Múltiples lesionados.
C1	- Un lesionado. - Respuestas a emergencia sin lesionados.

Tabla 38 Probabilidades

RANGO DE PROBABILIDADES	CRITERIO CUANTITATIVO DE FRECUENCIA
Nivel L4	Uno en 10 años
Nivel L3	Uno en 100 años
Nivel L2	Uno en 1000 años
Nivel L1	Menos de uno en 1000 años

Con la referencia de las tablas anteriores, el nivel de riesgo se encuentra expresado por su nivel o rango de probabilidad multiplicado por el rango de consecuencia, lo anterior se puede estandarizar en la siguiente matriz:

Tabla 39 Nivel de riesgo

L4	C	B	A	A
L3	C	B	B	A
L2	D	C	B	B
L1	D	D	C	C
	C1	C2	C3	C4

Dónde:

Tabla 40 Descripción cualitativa de riesgo

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO
A	Riesgo intolerable: requiere reducción de riesgo.
B	Riesgo intolerable: requiere reducción de riesgo o una estimación de riesgo más rigurosa.
C	Riesgo tolerable: considera la necesidad de reducción de riesgo.
D	Riesgo tolerable: no requiere reducción de riesgo.

Por último, la metodología anterior fue complementada mediante criterios internacionales de gestión del riesgo, conocidos como el círculo de mejora continua:

Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA)

Donde se tomaron en cuanta los siguientes puntos:

- Definición de enfoque de administración de riesgos.
- Viabilidad técnica y económica de las recomendaciones.
- Elección de las acciones con mejor estrategia de administración de riesgos.
- Generación de opciones para la atención de riesgos.
- Plan del manejo del riesgo.
- Ejecución del plan anterior.
- Reevaluación del riesgo.

La metodología para la identificación de riesgos fue HAZOP o análisis de riesgo y operatividad, siguiendo las hipótesis siguientes:

- La instalación está bien diseñada, en relación con la experiencia, el conocimiento de los procesos implicados y la aplicación de las normas y códigos pertinentes.
- Los materiales de construcción han sido los adecuados y la construcción y el ensamblaje se han hecho correctamente, en base a normas y códigos aplicables

En el caso particular de la instalación las causas más comunes de accidentes son la mala aplicación de procedimientos y las practicas inseguras.

Análisis de peligros y de Operabilidad (Hazard and operability studies - HAZOP).

El Análisis de Peligros y de Operabilidad (o Análisis funcional de operabilidad (AFO)[2], es un método diseñado por la compañía Imperial Chemical Industries (ICI) en Inglaterra 1963. Este método integrado a otros métodos complementarios de análisis permite enfrentarse al estudio de la seguridad de los procesos químicos.

[2] NSHT, NTP 238: Los análisis de peligros y de operabilidad en instalaciones de proceso. Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_238.pdf

Causas de accidentes en instalaciones. La experiencia de los accidentes sucedidos en instalaciones que manejan sustancias químicas muestran que las causas de los mismos pueden clasificarse, dejando al margen la intervención de agentes externos al proceso y fuerzas naturales (proximidad a instalaciones peligrosas, viento, heladas, incendios, etc.), en los siguientes tres grupos, para cada uno de los cuales se indican algunos de los fallos más frecuentes. Algunos de los accidentes son fallos de componentes, desviaciones de las condiciones normales de operación, errores humanos y de organización, a continuación, se describen.

Fallos de componentes

- Diseño inapropiado frente a presión interna, fuerzas externas, corrosión del medio y temperatura.
- Fallos de elementos tales como bombas, compresores, ventiladores, agitadores, etc.
- Fallos de sistemas de control (sensores de presión y temperaturas, controladores de nivel, reguladores de flujos, unidades de control computarizadas, etc.).
- Fallos de sistemas específicos de seguridad (válvulas de seguridad, discos de ruptura, sistemas de alivio de presiones, sistemas de neutralización, avisadores, etc.
- Fallos de juntas y conexiones.

Desviaciones en las condiciones normales de operación

- Alteraciones incontroladas de los parámetros fundamentales del proceso (presión, temperatura, flujo, concentraciones).
- Fallos en los servicios, tales como:
    - Insuficiente enfriamiento para reacciones exotérmicas.
    - Insuficiente aporte del medio calefactor o vapor.
    - Corte del suministro eléctrico.
    - Ausencia de nitrógeno o agente inertizante.
    - Ausencia de aire comprimido (de instrumentación o de agitación).
    - Fallos en los procedimientos de parada o puesta en marca.
    - Formación de subproductos, residuos o impurezas, causantes de reacciones colaterales indeseadas.

Errores humanos y de organización

- Errores de operación.
- Desconexión de sistemas de seguridad a causa de frecuentes falsas alarmas.
- Confusión en la identificación y manejo de sustancias peligrosas.
- Errores en el sistema de comunicación interna de la planta
- Incorrecta reparación o trabajo de mantenimiento de equipos o instalaciones.
- Realización de trabajos no autorizados (soldadura, entrada en espacios confinados)..

Respecto a los errores y de organización, éstos suelen suceder debido a alguno de los siguientes motivos:

- Falta de conocimiento de los riesgos que implica el proceso.
- Al no conocer los riesgos a los que se encuentran expuestos no conocen su prevención.
- Insuficiente capacitación y adiestramiento en el trabajo.
- Realización de trabajo con cansancio mental y/o psíquico del personal.

En el caso particular de la instalación se identificó que las causas más comunes de incidentes son la mala aplicación de procedimientos y las prácticas inseguras. La información del análisis anterior, permitió identifica las áreas y/o secciones con mayor probabilidad de peligro, las cuales se resumen a continuación:

Tabla 41. Identificación preliminar de riesgos en la Cogeneración.

Zonas de riesgo	1. Línea de conducción del metano 2. Zona de digestores 3. Almacenamiento de biogás 4. Equipo de cogeneración 5. Quemador
Tipos de riesgo	1. Fugas 2. Incendios, explosiones
Equipos que representan mayor riesgo	1. Tanques de almacenamiento 2. Tuberías de productos 3. Válvulas
Tipo de agentes precursores de riesgo	1. Personal propio de la Organización

	2. Externo (proveedores, visitantes, etc.) 3. Contratistas
Acciones de riesgo	1. Malas prácticas de seguridad 2. Procedimientos poco claros de trabajo 3. Flujo deficiente de información 4. Mal plan de mantenimiento 5. Poca capacitación

De acuerdo a los listados de actividades altamente riesgosas, la sustancia que se encuentra en ellos es el metano (CH4) en el Segundo Listado, esta sustancia es generada debido a la degradación de la materia orgánica en los digestores y debido a sus propiedades, se pretende utilizarse para generar energía eléctrica (previo tratamiento de limpieza del gas), de esta manera reducir costos de operación.

En siguiente tabla se muestran los eventos detectados al aplicar la metodología en base a los peligros potenciales identificados de la sustancia manejada y su nivel de importancia.

Tabla 42. Identificación de riesgos.

No. EVENTO	ÁREA	EVENTO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	CLASIFICACIÓN
E001	BIODIGESTORES	Acumulación de biogás en el digestor no 2.	Durante la operación normal del tratamiento de lodos falla la bomba de succión de biogás, generando la acumulación de gas en el biodigestor 2 y debido a la falta de mantenimiento en la válvula de presión del biodigestor no abre. Provocando una sobrepresión en el tanque y ocasionando la ruptura del tanque liberando el biogás, formando una nube toxica e inflamable en el área. (presión dentro del tanque de 2 bar, liberación de gas por 15 min)	C3	L3	B
E002		Paso de vehículo sobre la tubería provoca una avería en digestor no. 1.	Un vehículo que circula en el área de biodigestores para recolectar los lodos residuales, no se percata de la línea que sale del biodigestor hacia el gasómetro y golpea la tubería, y debido a la mala calidad del material este sufre una ruptura, ocasionando la liberación del gas, provocando una nube inflamable, y debido a que el camión está cerca este genera la chispa provocando un incendio. (tamaño de la ruptura de 2", tiempo de fuga 5 min).	**C2**	**L3**	**B**
E-003	TUBERIA	Fuga de gas en la tubería que va de los digestores al gasómetro.	Debido a falta de mantenimiento de la tubería que alimenta biogás al gasómetro desde los biodigestores, se genera una fuga de gas en una de las válvulas de paso, lo que genera una nube inflamable en el área, personal de limpieza se encuentra cerca de la fuga y este genera la chipa provocando el incendio. (tamaño de la fuga ½ pulg. Tiempo de fuga 20 min.)	**C2**	**L4**	**B**
E-004		Fuga en la conexión de gas que va del gasómetro hacia la entrada del cogenerador.	Por Falta de mantenimiento y procedimientos de inspección, se genera una fuga de gas lenta pero constante en la conexión de la tubería que sale del gasómetro hacia la entrada del cogenerador, generando una nube inflamable en el área. (tamaño de la fuga 1/2", tiempo 10 min. Diámetro de la tubería 2", flujo de 5 bar)	**C2**	**L4**	**B**
E-005	GASOMETRO	Caída de un rayo en el gasómetro	Debido a una tormenta eléctrica y a un mal arreglo del pararrayos del gasómetro, cae un rayo en dicho contenedor provocando una explosión (6000 m3 acumulados en el contenedor).	**C3**	**L4**	**A**
E-006		Desgaste de material del gasómetro	Debido a la falta de mantenimiento a las instalaciones del gasómetro, el material comienza a presentar una ruptura y con la presión interna del gas genera una abertura mayor, ocasionando la liberación masiva del biogás, generando una nube inflamable. El detector de	**C2**	**L3**	**B**

No. EVENTO	ÁREA	EVENTO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	CLASIFICACIÓN
			gas suena la alarma en el cuarto de control y el ingeniero de seguridad se acerca al área para una inspección, generando una chispa por la estática de su vestimenta, detonando el incendio. (tamaño de la ruptura 8”, presión del biogás 2-5 bar, tiempo de la emisión 5 min, altura de la fuga 3 m)			

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA.

II.1 Radios potenciales de afectación.

Para la simulación de los eventos que representan un riesgo, se utilizaron dos simuladores revisados y autorizados por las autoridades encargadas de la gestión del riesgo ambiental en México, los cuales permiten poner a consideración cualquier tipo de evento que represente un riesgo para la salud y la seguridad de las personas que directa o indirectamente tienen alguna relación con el proceso productivo del proyecto. Los simuladores antes mencionados se definen como sigue:

- ✓ Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Versión 1.4.
- ✓ Modelos Atmosféricos para Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias. Versión 4.5.

Los simuladores anteriormente citados son puestos a disposición al público por la empresa Dinámica Heurística, S.A. de C.V., con la garantía de estar basados en metodologías de la Agencia de Protección Ambiental de E.U.A. (Environmental Protection Agency, E.P.A.), del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (American Institute of Chemical Engineers, AICHE) y de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de EUA (FEMA), siguiendo las referencias de las siguientes publicaciones:

- Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases (Pautas para el Análisis de Consecuencias de Emisiones Químicas).
- Handbook of Chemical hazard Analysis Procedures (Handbook of Chemical hazard Analysis Procedures).
- Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis (Guía del programa de gestión de riesgos para el análisis de consecuencias fuera del sitio.
- Guidelines for Quantitative Risk Analysis (Pautas para el análisis de riesgo cuantitativo).

En el **Anexo IV** se presenta los Reportes generales de cada uno de los eventos considerados en la matriz de riesgo, utilizando los simuladores. Los resultados fueron obtenidos aplicando la metodología cuantitativa, los resultados describen e identificación los aspectos de riesgo de cada una de las áreas

peligrosas que conforman la instalación donde intervienen las sustancias que se encuentran en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas.

- Metano

Antes de presentar los planos de la representación de los radios de afectación a continuación se definen los términos de estabilidad atmosférica, radiación térmica, explosiones y toxicológicos manejados en las simulaciones de los eventos.

- **Estabilidad atmosférica.**

En los eventos analizados se tomaron en cuenta los escenarios más críticos respecto a la estabilidad atmosférica. En el caso de las fugas y derrames las condiciones meteorológicas y la duración del escape tienen gran importancia en el alcance de la altura de la dispersión[3]. Los factores principales son: la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica.

La estabilidad atmosférica es definida en función del gradiente vertical de temperatura de las capas del aire. Los datos de velocidad del viento y estabilidad atmosférica, siempre que sea posible, se deben obtener de estaciones meteorológicas locales. Dado que no siempre es posible disponer de esta información, a través de una tabla establecida por Pasquill puede obtenerse la categoría de estabilidad atmosférica estimada según las condiciones de insolación y velocidad del viento. La tabla de Pasquill contiene la escala de las condiciones de estabilidad atmosférica en la cual hay seis categorías, conforme a la siguiente matriz:

TABLA: CONDICIONES DE ESTABILIDAD METEOROLÓGICA - VALORES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA PASQUILL

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	DÍA (NIVEL DE RADIACIÓN)			NOCHE (COBERTURA DEL CIELO)	
	ELEVADO	MODERADO	BAJO	MÁS DEL 50%*	MENOS DEL 50%**
Menor a 2	A	A-B	B	E	F
2,3	A-B	B	C	E	F
3,5	B	B-C	C	D	E
5,6	C	C-D	D	D	D
Mayor a 6	C	D	D	D	D

Nota *Fuente: Clases de estabilidad atmosférica, Turner, 1970.*
** Se aplica siempre a cielos cubiertos de día y noche.*
*** Gradación del cielo cubierto medido en octavos de cielo que está cubierto por nubes (≥ 4/8 en su mayoría nublado, ≤3/8 en su mayoría despejado.*

[3] *INSHT, NTP 32: Modelos de dispersión de gases y/o vapores en la atmósfera: fuentes puntuales continuas, 1995.*

- **Efectos térmicos**

La radiación térmica procedente de un incendio, puede causar efectos adversos tanto a personas (empleados, proveedores y clientes), instalaciones y vehículos. De una manera directa, los sujetos expuestos pueden sufrir quemaduras de diversos grados, con resultados de muerte a partir de ciertos valores de la intensidad de la radiación recibida y del tiempo de exposición. Por lo tanto, los efectos térmicos pueden afectar a edificios o instalaciones, debilitando sus estructuras y soportes, destruyéndolos total o parcialmente, lo que puede dar origen a muerte o heridas en individuos no expuestos directamente a la radiación. Otro caso que ocurre con cierta frecuencia es que un incendio, en una instalación o estructura determinada, se puede extender a otras que inicialmente no estaban afectadas (efecto dominó), lo que puede llevar consigo consecuencias finales más allá de las esperadas.

Efectos a personas: Los efectos por radiación térmica sobre las personas dependen fuertemente del tipo de accidente involucrado. Así en un incendio de líquido en charco (POOLFIRE), por lo general, las personas expuestas a niveles peligrosos de radiación reaccionan a tiempo, reaccionan a tiempo, buscando refugio o escapando. En éste caso a medida que las víctimas potenciales se alejan del foco emisor, la radiación recibida disminuye. Por el contrario, en un incendio de chorro (JETFIRE) la posibilidad de reacciones individuales de protección disminuye, debido al corto tiempo de respuesta.

La gravedad de una quemadura depende de la cantidad de tejido destruido y de la extensión de superficie corporal afectada. Otros factores (edad, localización de la quemadura, severidad de las heridas asociadas) también afectan a la capacidad de recuperación tras una quemadura, de acuerdo con la profundidad del daño causado en la piel. Los cuatro grados de quemaduras son:

1. En las quemaduras de primer grado se afecta la epidermis, produciéndose enrojecimiento y algo de dolor.
2. En las quemaduras de segundo grado atraviesan la epidermis y parte de la dermis, produciendo ampollas, de profundidad variable que pueden ser muy dolorosas.
3. En quemaduras de tercer grado se ve afectada la dermis en toda su profundidad, no suele haber dolor por que las terminaciones nerviosas que las transmiten han sido destruidas, junto con los vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas, glándulas sebáceas, folículos capilares, etc.
4. Se denominan quemaduras de cuarto grado a aquellas que llegan más allá de la dermis, afectando músculos y huesos.

A menudo el grado de destrucción de los órganos de la dermis se determina por la rapidez de la respuesta de protección que se produce cuando el nivel de la radiación sobrepasa un cierto nivel. Para que ésta respuesta tenga lugar, tiene que transmitirse un flujo e calor suficiente a través de la piel hasta alcanzar las terminaciones nerviosas adecuadas. Si la dosis térmica recibida (función de la intensidad de radiación y del tiempo de exposición) es lo suficientemente elevada, se alcanza el umbral de dolor, dando origen a actos automáticos, así como a respuestas conscientes.

Existe evidencia que sitúa al umbral de dolor en el momento en que se alcanza una temperatura de 45 °C a una profundidad de 1 mm. Bajo la superficie externa de la piel. A partir de aquí la formación de ampollas ocurre rápidamente, al llegar a la temperatura de los 55 °C. El tiempo necesario para alcanzar el umbral de dolor disminuye a medida que aumenta la intensidad de la radiación recibida. Para una radiación de 1.74 kW/m^2, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente un minuto, mientras que, si triplicamos esa intensidad, el tiempo necesario se reduce a 16 s. Como elemento de comparación, la intensidad de radiación que recibimos entorno al sol puede estimarse en 1 kW/m^2, y niveles de radiación equivalentes a 1.6 kW/m^2 pueden tolerarse mediante periodos de tiempo relativamente prolongados.

Como se ha indicado, las quemaduras aparecen rápidamente tras alcanzarse el umbral de dolor. Por ejemplo, a un nivel de radiación de 9.5 kW/m^2 se alcanza el umbral de dolor en aproximadamente 8 segundos, y si prosigue la exposición a la radiación con la misma intensidad puede producirse quemaduras de segundo grado en 20 segundos aproximadamente.

De los datos de Eisenberg y Cools, se desprende que una exposición de 1.43 s de duración y una intensidad de radiación de 131 kW/m^2 se alcanzan quemaduras de segundo grado. Si la intensidad de radiación aumenta hasta 146 kW/m^2 se alcanza un umbral de mortalidad. Por otro lado, un nivel de radiación de 128 kW/m^2 produciría un 100% de mortalidad si la exposición se prolonga hasta en 10.1s.

ZONAS DE RIESGO ORIGINADAS POR EFECTOS TÉRMICOS	
ZONA	**REDICIÓN**
Zona de alto riesgo:	5.0 kW/m^2 (1,500 BTU/pie^{2}h)
Zona de amortiguamiento	1.4 kW/m^2 (440 BTU/pie^{2}h)

Efectos a estructuras: Los efectos de la radiación térmica son obviamente diferentes para estructuras de distintas naturalezas. La incidencia de radiación térmica sobre estructuras combustibles puede causar la ignición y combustión de las mismas. Por el contrario, en materiales no combustibles, como estructuras metálicas, el efecto más peligroso de la incidencia de la radiación es el de disminuir la resistencia del material, con el consiguiente riesgo del colapso de la estructura.

A éste respecto la incidencia directa de la llama es más peligrosa que la radiación térmica sin contacto con la estructura. Cuando se evalúa el daño a edificios y estructuras, es muy importante determinar si ocurre la ignición del material considerado. A este respecto, cabe resaltar que los tratamientos superficiales de los distintos materiales pueden modificar fuertemente sus características de ignición.

Se considera que a 37.5 kW/m^2 el valor de la intensidad de radicación es suficiente para causar daños en equipo que maneje o procese sustancias peligrosas.

- **Explosiones**

A consecuencia de las explosiones, las personas pueden sufrir de manera directa diversos daños que van desde la rotura del tímpano o la muerte por hemorragia pulmonar o por proyección del cuerpo. Los daños indirectos incluyen heridas por fragmentos de cristal y proyectiles, así como muerte provocada por el colapso de edificios y estructuras. Por su parte los daños estructurales presentan una amplia variación, desde la rotura de cristales hasta la demolición completa de estructuras, destrucción de instalaciones de proceso y formación de cráteres.

Resulta previsible que ocurran daños importantes en edificios, llegando en ocasiones a la demolición completa de los mismos, y a sobre presiones aun menores (2 psi) puede ocurrir la destrucción parcial de paredes y techumbres, con el consiguiente peligro de bajas humanas.

En comparación, la resistencia del organismo a los efectos directos de las explosiones es sorprendentemente alta.

El nivel al que ocurre la destrucción parcial de paredes y techos es inferior al umbral para rotura del tímpano (el 1% de la probabilidad de rotura de tímpano ocurre a 2.4 psi), y está muy por debajo del umbral de mortalidad por hemorragia pulmonar 14.5 psi (99973.980751 Pa).

La conclusión es, por lo tanto, que las bajas humanas ante una explosión son más probables entre la población en el interior de los edificios (efectos indirectos) que, en el exterior, que está expuesta a los efectos de la sobrepresión de una manera directa.

Por lo anterior se presenta a continuación una tabla de vulnerabilidad por sobrepresión si es que en algún momento ocurriera un accidente inesperado dentro de la operación de la estación de servicios.

TABLA DE SOBREPRESIÓN Y SUS AFECTACIONES.		
PRESIÓN, BAR	**PRESIÓN, psi**	**DAÑOS**
0,0014	0.0203	Ruido molesto (137 dB) si es de baja frecuencia (10-15 Hz)
0,0021	0.0305	Posible rotura de vidrios grandes sometidos a tensión
0,0028	0.0406	Ruido fuerte (143 dB), rotura de vidrios a causa del ruido
0,0069	0.1001	Rotura de pequeñas ventanas sometidas a tensión
0,0100	0.1450	Presión típica de la rotura de vidrios
0,0200	0.2901	Probabilidad del 95% de no tener daños serios. Límite para la proyección de fragmentos (daños potenciales en tejados, 10% de los vidrios de las ventanas rotos)
0,028	0.4061	Pequeños daños estructurales
0,034-0,069	0.4931-1.0008	Rotura de ventanas, potencialmente también de sus bastidores
0,048	0.6962	Pequeños daños en las estructuras de las casas
0,069	1.0008	Demolición parcial de casas, que resultan inhabitables
0,090	1.3053	Distorsión de vigas de acero
0,138	2.0015	Colapso parcial de paredes y tejados de las casas
0,159	2.3061	Límite inferior para daños estructurales graves
0,172	2.4947	50% de las construcciones de ladrillo destruidas
0,207	3.0023	Daños menores en maquinaria pesada (1.500 kg). Estructuras de acero de los edificios arrancadas de los cimientos
0,345	5.0038	Se arrancan postes de madera, como los del teléfono
0,345-0,483	5.0038-7.0053	Destrucción casi total de las casas
0,483	7.0053	Vuelco de vagones de tren cargados
0,689	9.9931	Probable destrucción total de los edificios. Daños y desplazamiento de la maquinaria pesada (3.500 kg)
20,68	299.9386	Límite para la formación de cráter

Por lo anterior, para la evaluación de consecuencias originadas por explosión se consideran las siguientes zonas de acuerdo con los daños que puede ocasionar el accidente:

ZONAS DE RIESGO ORIGINADAS POR EXPLOSIONES	
ZONA	**SOBREPRESIÓN**
Zona de alto riesgo:	1.0 Psi. o 0.07 Bar
Zona de amortiguamiento	0.5 Psi. o 0.03 Bar

- **Sustancias tóxicas**

La predicción de la vulnerabilidad a sustancias tóxicas constituye un problema complejo porque depende de numerosos factores de naturaleza muy distinta. Entre estos factores cabe citar:

- La ruta de entrada al organismo.
- Las propiedades intrínsecas de toxicidad del material considerado.
- Las características de la actuación del tóxico.
- La dosis recibida, expresada en función de la concentración del agente tóxico y del tiempo de exposición.
- El tipo de exposición (emisión súbita de grandes cantidades, o explosión prolongada a bajas concentraciones.
- La variabilidad de las respuestas biológicas individuales ante las mismas dosis del agente tóxico.

Existe una dificultad considerable para realizar estimaciones precisas de los efectos que un determinado tóxico puede tener sobre los organismos vivos. A pesar de ello, o quizá precisamente debido a ello se han publicado numerosos índices de toxicidad, que proporcionan una idea aproximada de la peligrosidad de una sustancia tóxica.

Un trabajo clásico en ésta materia es el de Hodge y Sterner, que establecieron la siguiente escala de toxicidad relativa, basada en administración vía oral.

CLASES Y GRADO DE TOXICIDAD		
CLASE DE TOXICIDAD	**GRADO DE TOXICIDAD**	**VALOR LD_{50}**
6	Supertóxico	Mayor a 5 mg/kg
5	Extremadamente Tóxico	5 – 50 mg/kg

CLASES Y GRADO DE TOXICIDAD		
CLASE DE TOXICIDAD	**GRADO DE TOXICIDAD**	**VALOR LD_{50}**
4	Muy tóxico	50 – 500 mg/kg
3	Moderadamente tóxico	500 – 5000 mg/kg
2	Ligeramente tóxico	5 – 15 g/kg
1	Prácticamente no tóxico	Menor a 15 g/kg

Los valores LD_{50} son dosis letales determinadas en animales de laboratorio (ratas), utilizando condiciones experimentales estandarizadas y poblaciones de tamaño adecuado para el análisis estadístico. La definición usual del valor LD_{50} se expresa como la dosis que administra oralmente por absorción cutánea, causa la muerte del 50% de los individuos afectados en un periodo de observación de 14 días. De manera análoga, para productos tóxicos cuya vía de entrada es la inhalación se definen valores LC_{50}, como la concentración de material en el aire cuya inhalación durante cuatro horas es capaz de causar la muerte del 50% de la población afectada, a lo largo de un periodo de 14 días.

Los valores IDLH o IPVS en español (Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud) son establecidos por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) para indicar la concentración máxima de una sustancia en el aire que un buen trabajador con buen estado de salud general, puede soportar durante treinta minutos sin desarrollar síntomas (como irritación ocular severa o respiratoria), que disminuyan su capacidad de realizar una evacuación de emergencia, y sin sufrir daños irreversibles (como daños a tejidos o muerte).

En cuanto a la existencia cotidiana de sustancias tóxicas en el ambiente laboral la ACGIH (American Conference for Gobernmental Industrial Hygienists) publica periódicamente los valores límite umbral TLV (Threshold Limits Values) para una serie de sustancias, basándose en datos experimentales con animales de laboratorio y con personas, así como en la experiencia industrial. Los valores TLV se refieren a concentraciones de una sustancia determinada en aire y corresponden a condiciones a las cuales se considera que un trabajador normal puede ser expuesto sin sufrir efectos adversos.

El uso de valores TLV requiere tener en cuenta ciertas consideraciones que se detallan en la declaración de los principios para el uso de los valores TLV que publica la ACGIH junto con los valores mismos. Así, los distintos tipos de valores TLV no deben considerarse como una frontera definida entre concentraciones seguras e inseguras, ni como un índice relativo de toxicidad de sustancias diferentes. Tampoco deben extrapolarse a estudios fuera del ámbito de la higiene industrial, o aplicarse a exposiciones continuas de tiempo.

En el caso de exposiciones distintas de ocho horas diarias o de cuarenta horas semanales, o cuando concurren varias sustancias tóxicas (aunque no existan efectos sinérgicos), los valores TLV publicados deben corregirse. Para este estudio se calculó el modelo de dispersión bajo considerando las siguientes variables para zonas de alto riesgo y zona de amortiguamiento.

ZONAS DE RIESGO ORIGINADAS POR SUSTANCIAS TOXICAS	
ZONA	**CONCENTRACIÓN**
Zona de alto riesgo:	IDLH o IPVS
Zona de amortiguamiento	TLV

Por lo que, es importante que la Organización tenga en cuenta los siguientes parámetros (concentraciones en el ambiente) a la hora de la manipulación de sustancias químicas:

CONCENTRACIONES DE EXPOSICIÓN Y EFECTOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS QUÍMICAS		
CONCENTRACIÓN		**EFECTOS A LA SALUD**
0,7-14 mg/m^3	1-20 ppm	Detección de olor (desarrolla alguna tolerancia)
35 mg/ m^3	50 ppm	Ligera irritación de la membrana mucosa
7096 mg/ m^3	10000 ppm	Mortal en pocos minutos
1774-4612 mg/ m^3	2500-6500 ppm	Mortal en menos de 30 minutos
497 mg/ m^3	700 ppm	Posible lesión inmediata del ojo
> 1206 mg/ m^3	>1700 ppm	Dolor de pecho, edema pulmonar, laringoespasmo
213-355 mg/ m^3	300-500 ppm	Marcada irritación de la piel, ojos, tracto respiratorio superior con conjuntivitis, dolor de garganta, tos. Incremento de la presión de la sangre y el número de pulsaciones. Concentración máxima tolerada hasta 1 hora.

- **Factor de eficiencia explosiva**

El **factor de eficiencia explosiva** o **F.E.E.** es una medida relativa de la potencia explosiva de un explosivo cuando es usado para demoliciones militares. Se utiliza solamente para comparar la eficacia de un explosivo en relación con un peso equivalente de TNT (TNTe). Esto permite a los ingenieros

sustituir un explosivo por otro cuando han realizado el cálculo de las ecuaciones de la voladura planificada para el TNT.

Equivalencia en TNT es un método de cuantificación de la energía liberada en explosiones, llamado **Modelo del equivalente en TNT**, basado en la equivalente cantidad de energía liberada en la detonación de trinitrotolueno:

- El **ton** (o **tonelada**, es decir tonelada métrica) **de TNT** es igual a 4,184 gigajulios.
- El **kilotón de TNT** o **kilotonelada** es igual a 4,184 terajulios. También se lo conoce como *equivalente de TNT*.
- El **megatón de TNT** es igual a 4,184 petajulios.

Para llevar a cabo las simulaciones de los eventos descritos en la sección VI.2, se tomaron los valores límites de exposición de las sustancias catalogadas en actividades altamente riesgosas, y las otras estudiadas, dados en las siguientes Tablas.

Tabla 43. Valores de exposición del gas.

SUSTANCIA	**Nombre comercial: Biogás** **Sinónimos: Biogás**			
Composición de la mezcla	Componentes	N° CAS	ONU	Concentración
	Metano	74-82-8	1072	75.0 % vol. mínimo
	Nitrogeno	74-82-8	1072	2.5 % vol. máximo
	Sulfuro de hidrógeno	74-84-0	1035	11.0 % vol. máximo
	Siloxanos	5-08-1	2369	Vol. máximo 110 mg/m3
	Amoniaco			2000 ppbv
Límites de exposición	Vapor de agua	TLV		IDLH
	Metano	1000 ppm (TWA, HDS)		ND
	Etano	1000 ppm (TWA, HDS)		ND
	Límites de toxicidad (EEUU)			
		TEEL-1*		15000.000 ppm
		TEEL-2*		25000.000 ppm
		TEEL-3*		50000.000 ppm
	Límites de toxicidad (severo II)- Metano			
		TEEL-0*		3000 mg/m3 (4197.42 ppm)
		TEEL-1*		10000 mg/m3 (13991.41 ppm)
		TEEL-2*		150000 mg/m3 (20987.11 ppm)

SUSTANCIA	**Nombre comercial: Biogás** **Sinónimos: Biogás**		
		TEEL-3*	30000 mg/m3 (41974.23 ppm)
	Límites de exposición laboral		
	Metano - Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1-C4) y sus mezclas	VLA-ED	1000 ppm
	NIOSH REL (Metano)	TWA	350 mg/m3
		CL (15 minutos)	1800 mg/m3
	ACGIH TLV (Metano)	TWA	1000 ppm
Límites de explosividad	Límite inferior	4.5% vol. (HDS)	5.0% (SCRI)
	Límite superior	15% vol. (HDS)	15.0% (SCRI)
Otros riesgos	(H220) P202	No manipular antes de haber leído y comprendido todas las precauciones de seguridad.	
	P210	Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición.	
	(H315/H319) P264	Lavarse la piel y los ojos cuidadosamente después de la manipulación	
	(H220) P377	Fuga de gas inflamado: No apagar las llamas del gas inflamado si no puede hacerse sin riesgo.	
	P280	Usar guantes de protección de cuero y equipo de protección para los ojos y la cara.	
	H220) P377	Fuga de gas inflamado: No apagar las llamas del gas inflamado si no puede hacerse sin riesgo.	
	P381	En caso de fuga, eliminar todas las fuentes de ignición.	
Etiquetas del SAC			
Nota * Recomendado por Simulador de Consecuencias por Riesgos en Industrias (SCRI). ** Depencendia normativa STPS-NOM-010-STPS-2014			

En el **Anexo IV** se presenta los planos a una mejor escala, además se presenta una descripción de cada evento, en ellos se muestran las representaciones de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para cada uno de los eventos descritos en el punto 1.4.2, en las imágenes se observan los puntos que pudieran verse afectados en cada evento, principalmente los asentamientos humanos, vías de comunicación y caminos.

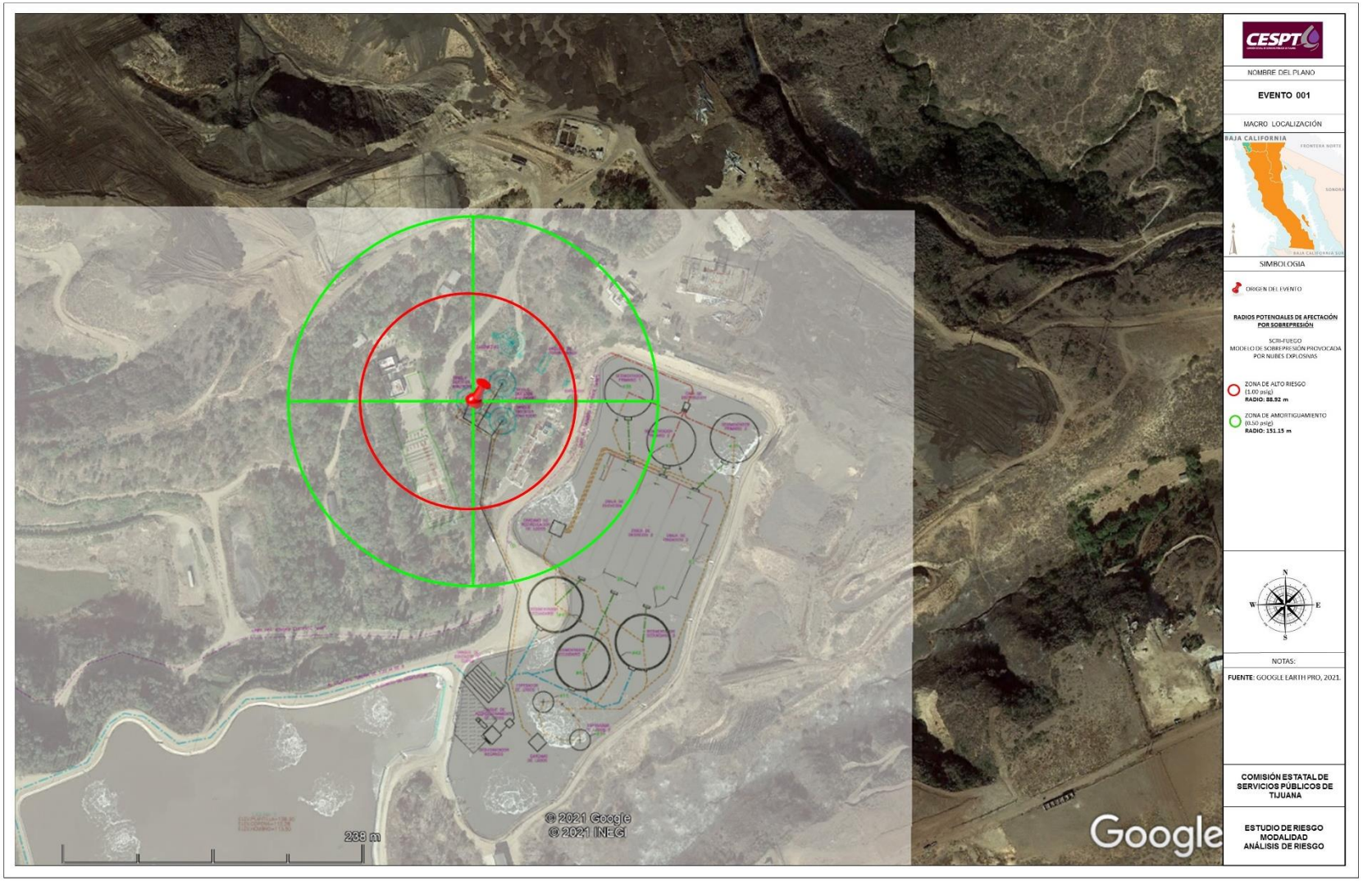


Ilustración 16. Radios de afectación del evento E001.

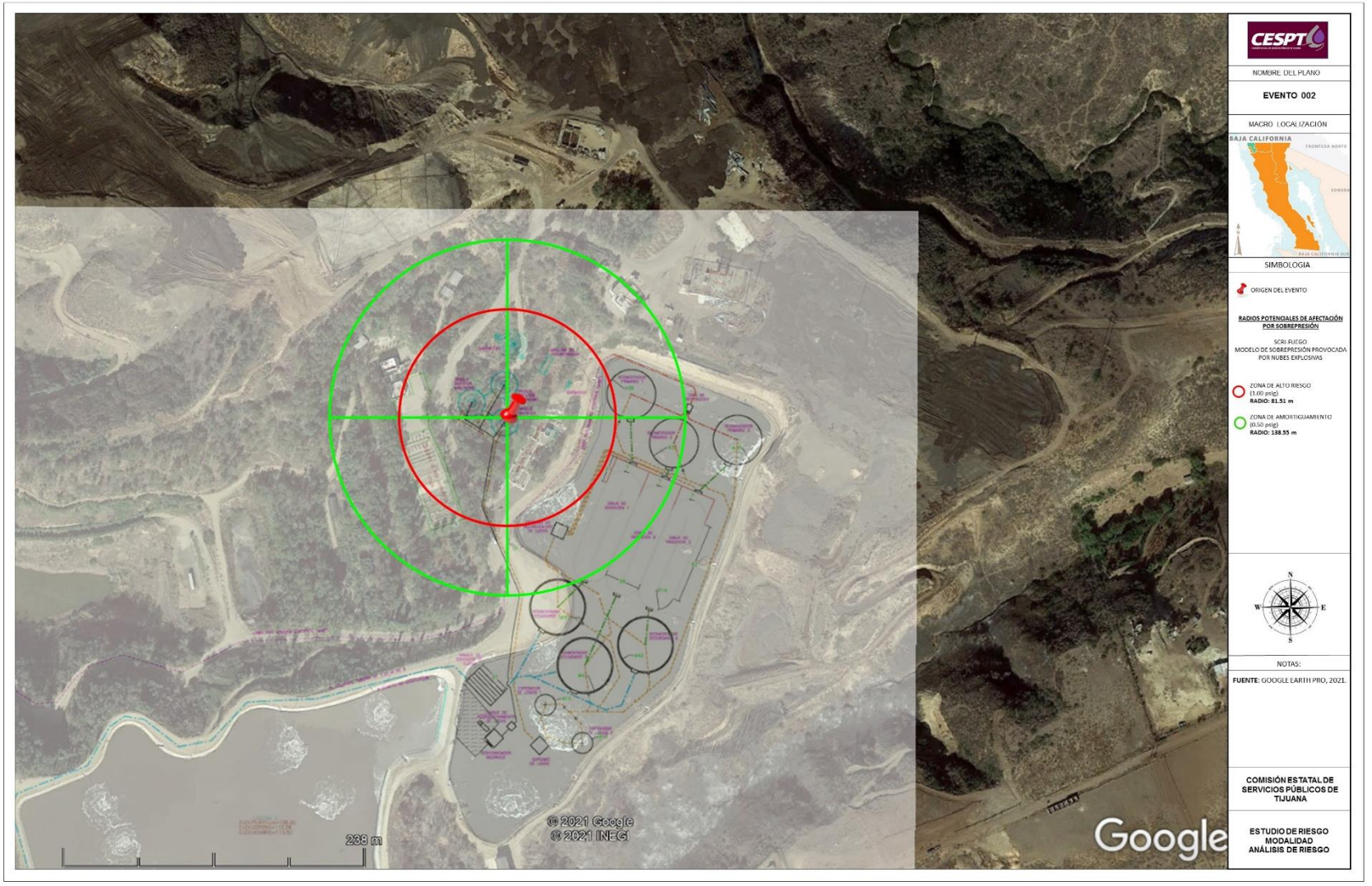


Ilustración 17. Radios de afectación del evento E002.

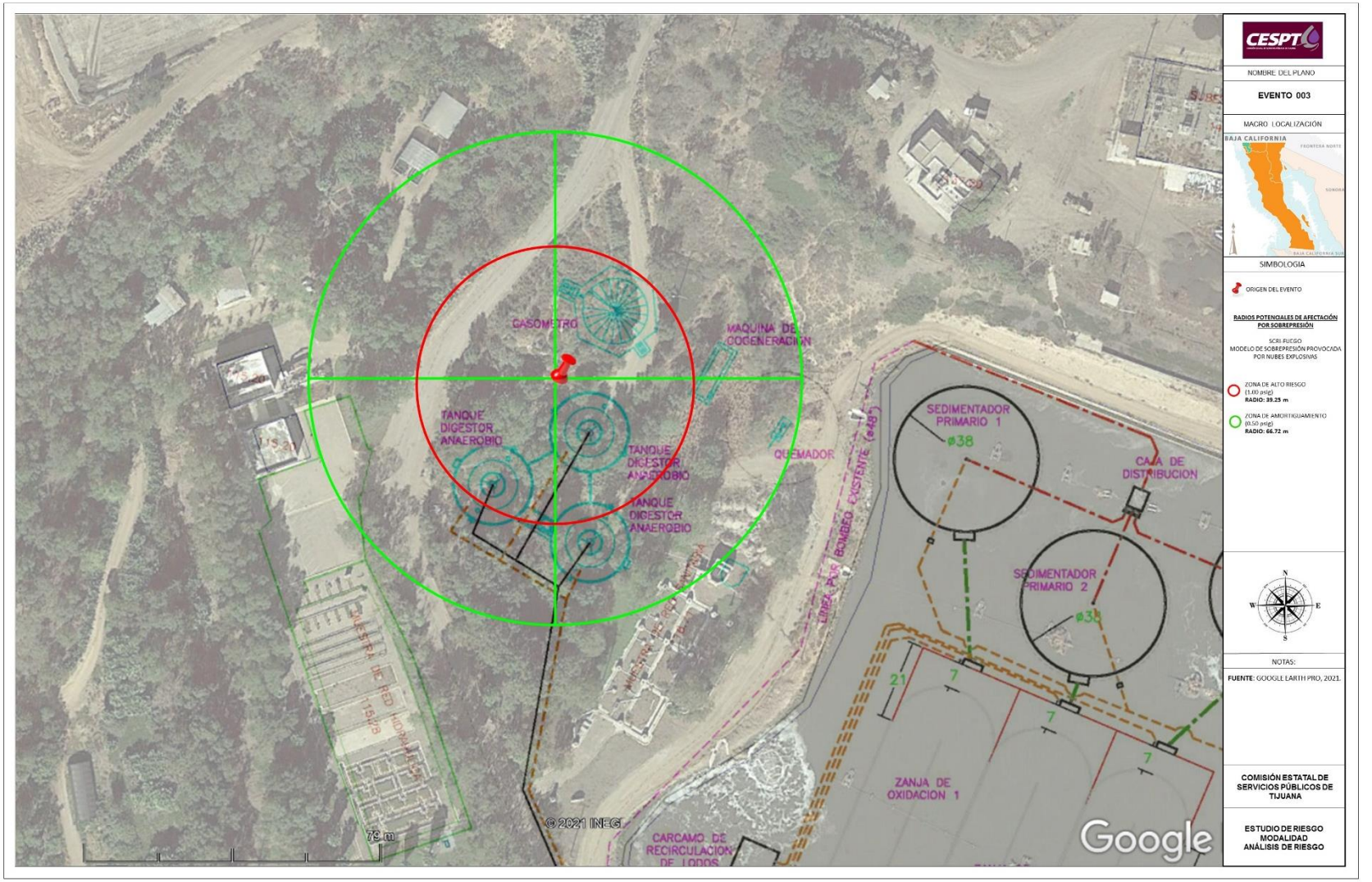


Ilustración 18. Radios de afectación del evento E003.

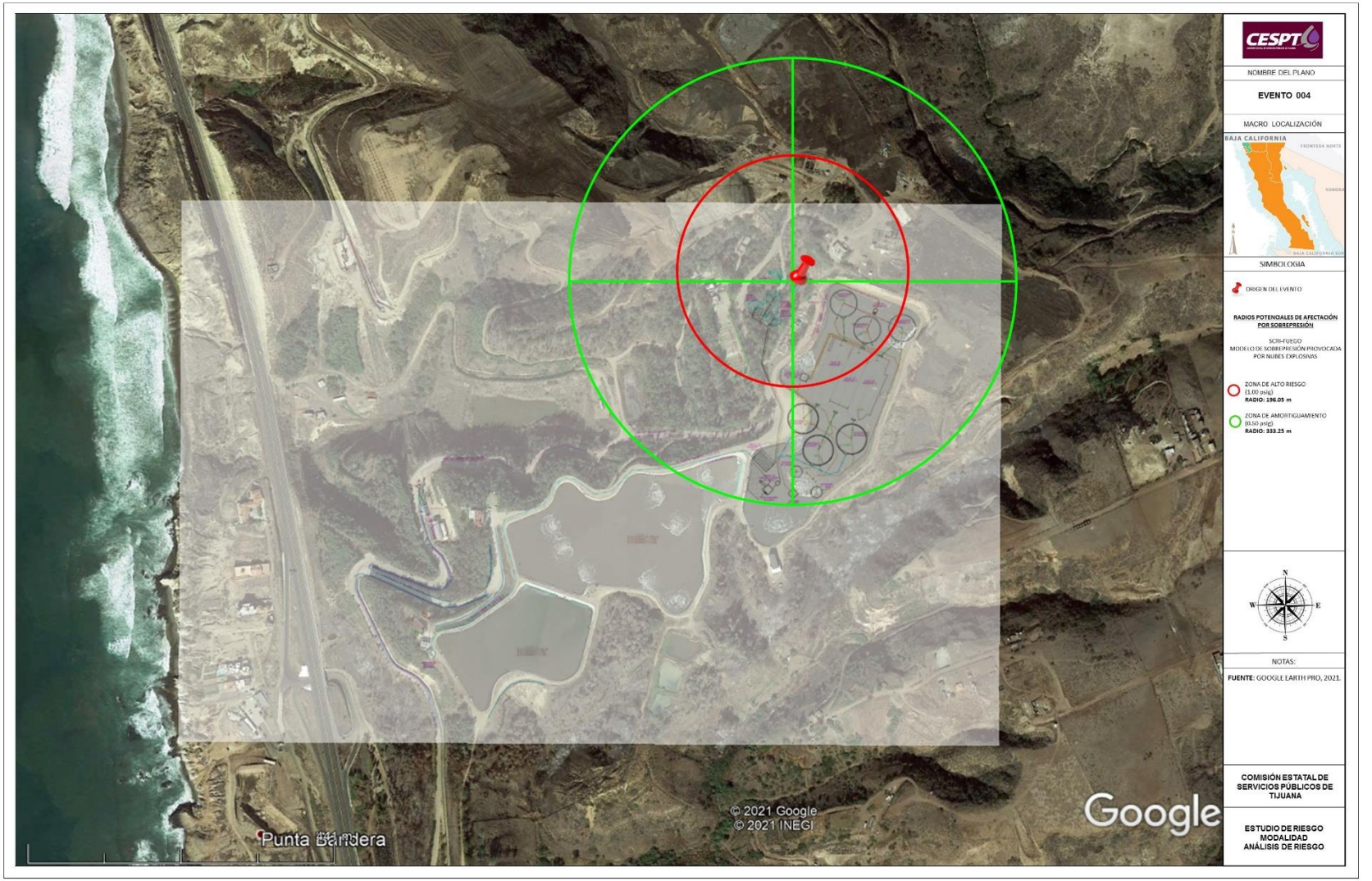


Ilustración 19. Radios de afectación del evento E004.

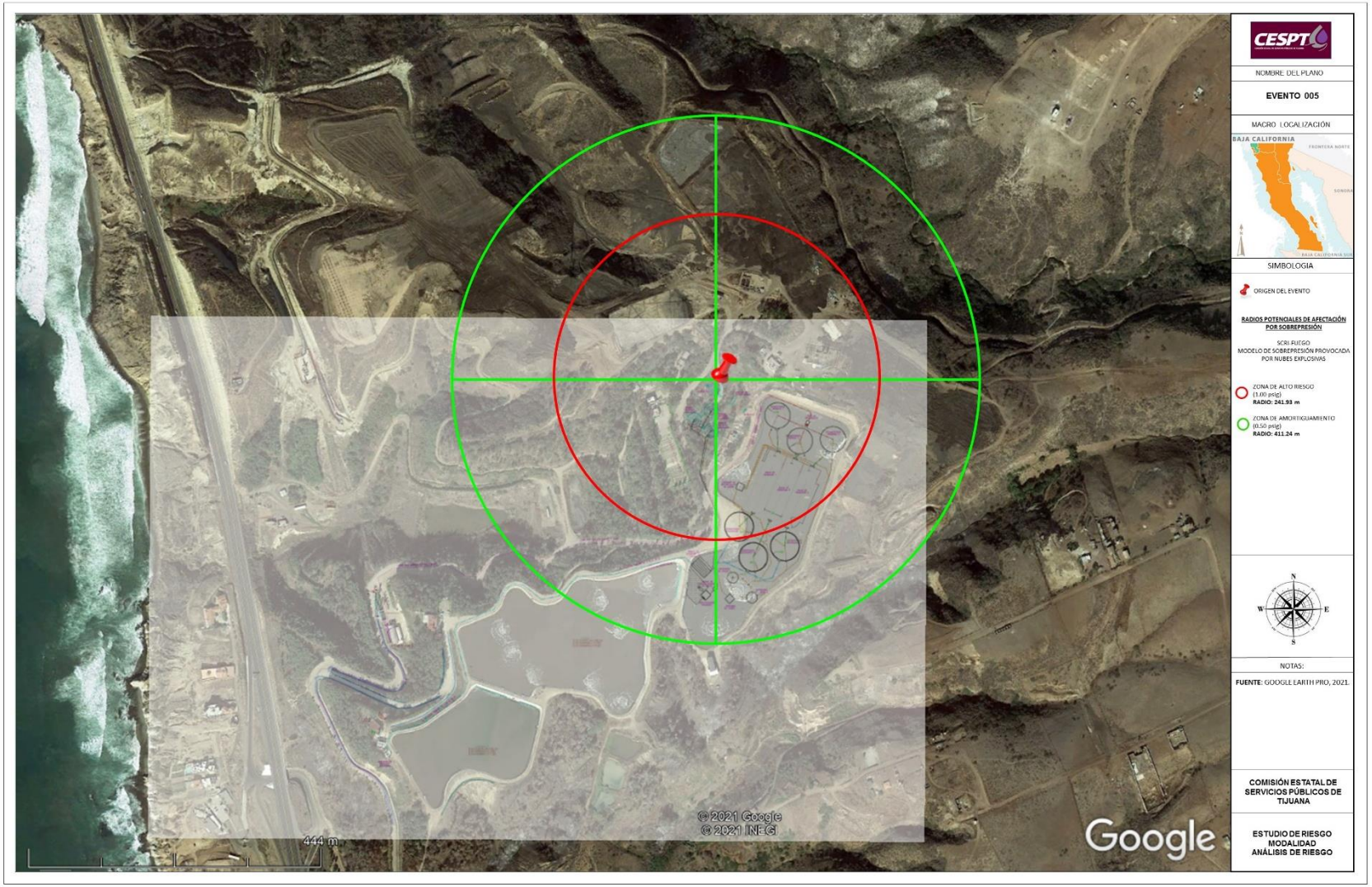


Ilustración 20. Radios de afectación del evento E005.

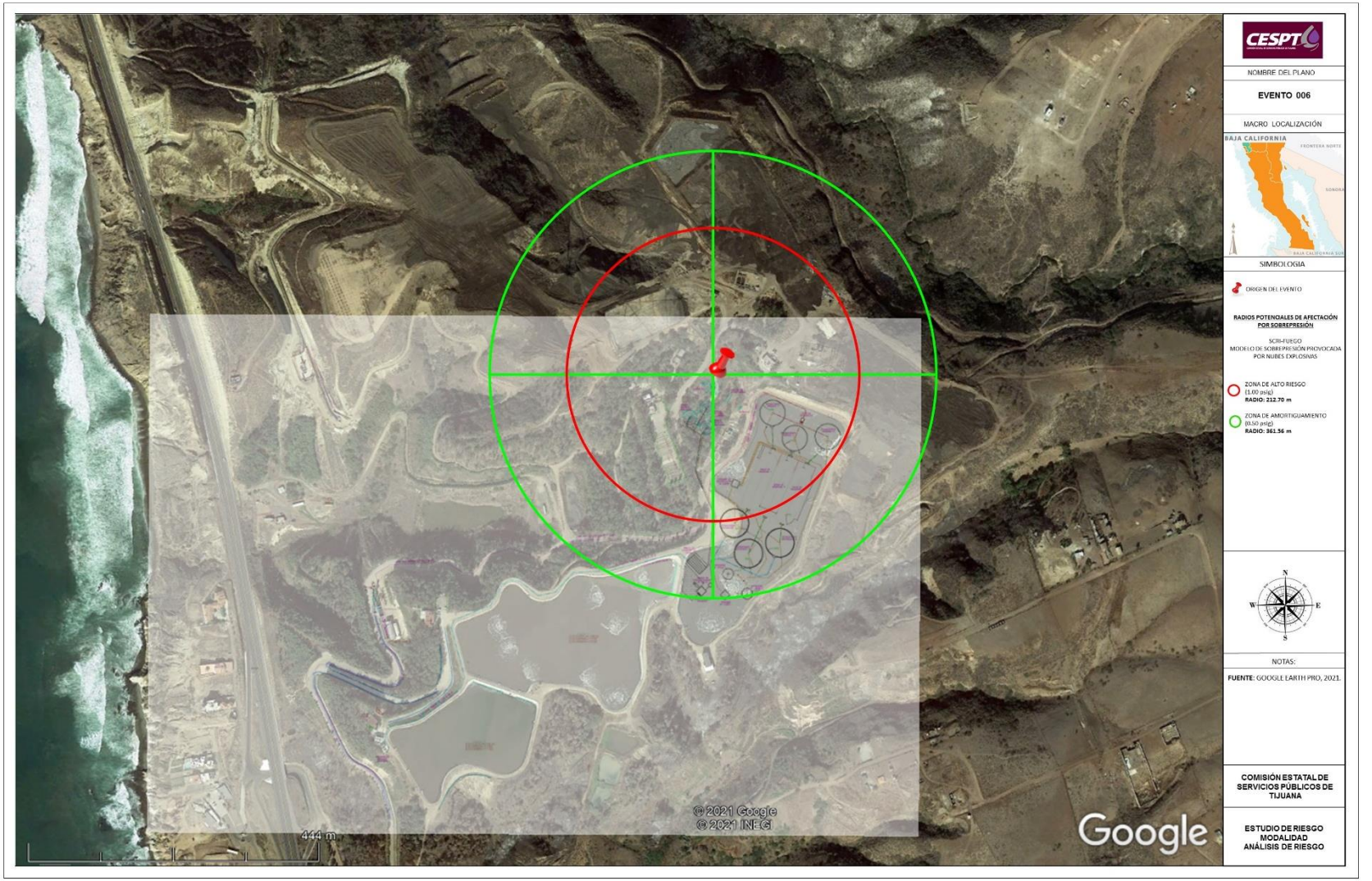


Ilustración 21. Radios de afectación del evento E006.

II.2 Interacciones de riesgo

De acuerdo a los resultados obtenidos de la jerarquización de los riesgos de la sección 1.4.2, se obtuvieron los siguientes radios de afectación, los cuales se presentan resumidos en la siguiente tabla y su posterior representación con las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para cada evento descritos en esta sección

No. EVENTO	EVENTO	RADIOS DE AFECTACIÓN CALCULADOS (m)	CRITERIOS DE VALORES DE RIESGO	SIMULADOR MODELO EMPLEADO
E001	Acumulación de biogás en el digestor no 2.	Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **5.11 m** Zona de Amortiguamiento: **12.99 m** Dosis de Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **88.92 m** Zona de Amortiguamiento: **151.15 m**	RAD en kW/m^2 Zona de Alto Riesgo: 5.00 Zona de Amortiguamiento: 1.40 RAD en $(W/m^2)^{4/3}$ s Zona de Alto Riesgo: 1 psi Zona de Amortiguamiento: 0.5 psi	**Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones.** Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)
E002	Paso de vehículo sobre la tubería provoca una avería en digestor no. 1.	Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **8.27 m** Zona de Amortiguamiento: **19.65 m** Dosis de Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **81.51 m** Zona de Amortiguamiento: **138.55 m**	RAD en kW/m^2 Zona de Alto Riesgo: 5.00 Zona de Amortiguamiento: 1.40 RAD en $(W/m^2)^{4/3}$ s Zona de Alto Riesgo: 1 psi Zona de Amortiguamiento: 0.5 psi	**Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones.** Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas.
E-003	Fuga de gas en la tubería que va de los digestores al gasómetro.	Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **1.47 m** Zona de Amortiguamiento: **3.55 m** Dosis de Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **39.25 m** Zona de Amortiguamiento: **66.72 m**	RAD en kW/m^2 Zona de Alto Riesgo: 5.00 Zona de Amortiguamiento: 1.40 RAD en $(W/m^2)^{4/3}$ s Zona de Alto Riesgo: 1 psi Zona de Amortiguamiento: 0.5 psi	**Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones.** Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)
E-004	Fuga en la	Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **2.93 m**	RAD en kW/m^2 Zona de Alto Riesgo: 5.00	**Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones.**

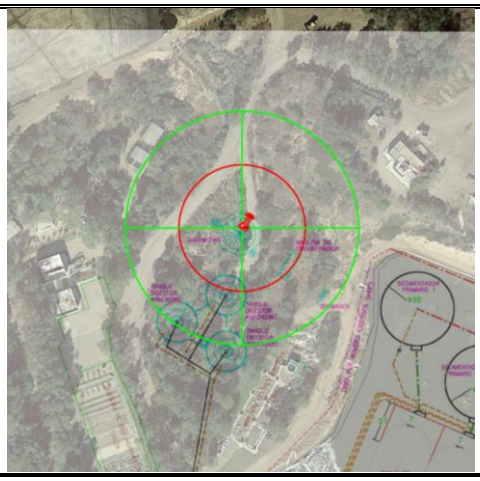
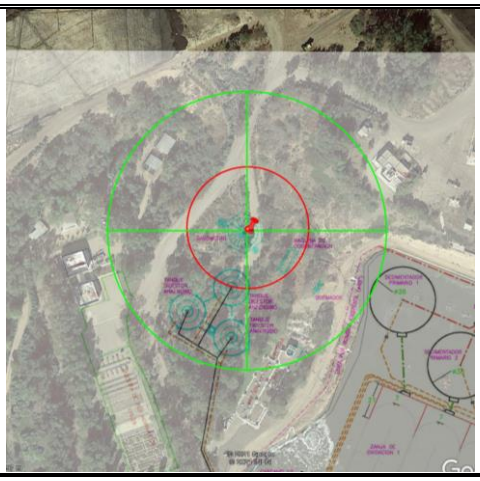
No. EVENTO	EVENTO	RADIOS DE AFECTACIÓN CALCULADOS (m)	CRITERIOS DE VALORES DE RIESGO	SIMULADOR MODELO EMPLEADO
	conexión de gas que va del gasómetro hacia la entrada del cogenerador.	Zona de Amortiguamiento: **5.78 m** Dosis de Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **196.05 m** Zona de Amortiguamiento: **333.25 m**	Zona de Amortiguamiento: 1.40 RAD en $(W/m^2)^{4/3}$ s Zona de Alto Riesgo: 1 psi Zona de Amortiguamiento: 0.5 psi	Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas.
E-005	Caída de un rayo en el gasómetro	Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **32.54 m** Zona de Amortiguamiento: **59.85 m** Dosis de Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **241.93 m** Zona de Amortiguamiento: **411.24 m**	RAD en kW/m^2 Zona de Alto Riesgo: 5.00 Zona de Amortiguamiento: 1.40 RAD en $(W/m^2)^{4/3}$ s Zona de Alto Riesgo: 1 psi Zona de Amortiguamiento: 0.5 psi	**Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones.** Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas.
E-006	Desgaste de material del gasómetro	Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **38.65 m** Zona de Amortiguamiento: **80.53 m** Dosis de Radiación especifica Zona de Alto Riesgo: **212.70 m** Zona de Amortiguamiento: **361.56 m**	RAD en kW/m^2 Zona de Alto Riesgo: 5.00 Zona de Amortiguamiento: 1.40 RAD en $(W/m^2)^{4/3}$ s Zona de Alto Riesgo: 1 psi Zona de Amortiguamiento: 0.5 psi	**Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones.** Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas.

II.3 Efectos sobre el sistema ambiental

Fuga de metano.

Interacción. La zona de alto riesgo se encuentra en el gasómetro, y la interacción principal sería con los equipos y tuberías. En el caso de eventos simulados las interacciones serian:

Tabla 44. Zonas de interacción de los eventos E005 y E006.

ZONA DE RIESGO		
EVENTO	**E005**	**E006**
Radio	**32.54 m**	**38.65 m**
Norte	Vegetación del área y camino de terracería	Vegetación del área y daño al camión de terracería.
Este	Equipo cogenerador y quemador, así como vegetación del área	Equipo cogenerador, quemador y vegetación del predio
Sur	Daño de uno de los digestores y vegetación del área.	Vegetación del área y daño de un digestor.
Oeste	Vegetación del área y camino de terracería.	Vegetación del área y camino de circulación
Representación		

Medidas Preventivas.

Liberación accidental. Alejarse del lugar como mínimo 100 metros en todas las direcciones. Eliminar todas las fuentes de ignición y LLAMAR primero al número de teléfono en caso de emergencia.

Si esto sucede a la intemperie, el gas se disipa fácil y asciende rápidamente en las capas superiores de la atmósfera; contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al encontrar una fuente de ignición. En esos casos bloquear las válvulas que alimentan la fuga. Mantener alejado al

personal no autorizado. El gas se disipará fácilmente. Tener presente la dirección del viento. Eliminar precavidamente fuentes de ignición y prevenir venteos para expulsar las probables fugas. Conectar eléctricamente a tierra todo el equipo que se use durante el manejo del producto. Use rocío de agua para reducir los vapores o desviar la nube de vapor a la deriva. No poner agua directamente a la fuente de la fuga. Prevenga la expansión de vapores a través de las alcantarillas, sistemas de ventilación y áreas confinadas.

Área de trabajo. Se debe delimitar físicamente un área de seguridad alrededor de la zona de trabajo (Área de servicio de gas), durante la ejecución de las operaciones con riesgo de incendio o escape de gas.

Recipientes y tuberías. Sobre tuberías o recipientes de la estación de gas cerrados susceptibles de contener una mezcla explosiva de gas-aire, no se debe realizar trabajos de soldadura que impliquen una posible fuente de ignición, si no se han efectuado las debidas comprobaciones previas.

En los trabajos de la red de la estación, en los que sea posible una fuga de gas, situar cerca los elementos adecuados de extinción de incendios y de protección respiratoria.

Trabajadores. Todo operario que, trabajando inadvertidamente en presencia de gas, muestre síntomas de comienzo de intoxicación o asfixia (zumbido en los oídos, mareos, etc.) debe interrumpir su trabajo y trasladarse al aire libre.

Para trabajos sobre tuberías de gas, se debe conocer y cumplir las normas y directrices específicas establecidas para operaciones de mantenimiento de la red.

No se deben maniobrar válvulas de las que se desconozca los circuitos que alimentan y las consecuencias que pudiera provocar su manipulación.

No debe ser realizado por una sola persona trabajo alguno que implique riesgo, sobre una canalización en carga. Un empleado debe permanecer siempre fuera del lugar de trabajo vigilando atentamente el desarrollo del mismo.

Incendio y explosión. No se debe realizar trabajos con riesgo de incendio, explosión, etc. sobre una tubería aislada completamente (discos o bridas ciegas), salvo comprobación previa de su perfecto purgado.

Para trabajos sobre tuberías a media presión o alta presión se deben utilizar los métodos específicos para operaciones en carga, salvo cuando sea posible reducir la presión a los valores habituales de baja presión. Para realizar esta reducción no se deben usar nunca balones de obturación.

Para los trabajos en baja presión que precisen interrupción provisional del gas, se debe colocar balones

obturadores a ambos lados de la zona de trabajo. El tramo aislado debe ser el mínimo necesario y debe purgarse adecuadamente con aire o con inertes, según el tipo de trabajo, diámetro y longitud del tramo.

Asimismo, se bebe de contar con los siguientes equipos como mínimo:

- Botiquín de primeros auxilios.
- Herramientas anti chispas.
- Extintores (de 6 o 9 kg con la carga vigente).
- Mata-chispas: en la salida del escape (especialmente si son de motor a gasolina).
- Equipo de protección personal
- Utilizar equipo profesional completo de bombero y equipo de respiración autónomo en caso de incendios.
- Equipo de comunicación en caso de emergencia.

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA.

III.1 Recomendaciones técnico-operativas

Se recomienda a la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, promovente del Proyecto de Construcción, Modernización y Rehabilitación de la PTAR San Antonio de Los Buenos, en el municipio de Tijuana, Baja California, con actividad altamente riesgosa, la actualización de los registros de los procesos cuando se lleve a cabo algún tipo de modificación y de los equipos críticos, de tal forma que pueda estar a disposición de los trabajadores, conservándose por un periodo de cinco años. El registro debe contener la siguiente información:

- Los registros de los programas.
- Procedimientos, reportes y autorizaciones.
- Los procedimientos de seguridad para el mantenimiento, arranque, operación normal, paros de emergencia y reparaciones del equipo crítico, así como para trabajos peligrosos.
- Los límites seguros de operación de los equipos críticos.
- Diagramas de flujo de los procesos críticos.
- Diagramas de tuberías e instrumentación.

Equipo crítico. En el caso de equipo crítico, se debe cumplir con el mantenimiento con el fin evitar accidente de consecuencias catastróficas. Se debe asegurar, mantener y mejorar integridad de los recipientes que contienen sustancias peligrosas y se debe de contar con lo siguiente:

Lista vigente del equipo crítico.

- Programa de mantenimiento preventivo del proceso usando los procedimientos correspondientes.
- Procedimientos que aseguren que los materiales y refacciones que se usan en los equipos críticos cumplen con las especificaciones requeridas en el proceso.
- Programa de revisión y prueba de los equipos críticos y dispositivos de seguridad.
- Actualizar el registro con el tipo y fecha de los mantenimientos que se realizan a cada equipo crítico relacionado con el proceso.

- Contar y mantener actualizados los registros de las revisiones y las pruebas que se realicen a los equipos críticos relacionados con el proceso.
- La documentación que se desprenda del presente capítulo se debe conservar por un periodo de cinco años.

Sistemas de control. Además, se debe mejorar el sistema de control de cambios de tecnologías, equipos y procedimientos, el cual permita realizar de una manera controlada los cambios temporales o permanentes, este sistema debe tener por lo menos:

- Número consecutivo del documento.
- Propósito del cambio.
- Descripción del cambio.
- Actualización de procedimientos de operación.
- Actualización de procedimientos de mantenimiento.
- Actualización de planos, diagramas e información técnica.
- Requerimientos de entrenamiento y capacitación.
- Autorización y firma.
- Se debe aplicar una lista de revisión de seguridad antes de iniciar la operación de un cambio.
- Se debe contar con una relación del personal que puedan autorizar cambios en los equipos críticos, maquinaria, instalaciones y procesos.
- Ya que la instalación cuenta con un catálogo de equipos esta deberá de indicar el cambio o sustitución o inactividad de los equipos, y la actualización de dicho catálogo con el fin de mejorar el inventario de la instalación.

Contratistas. Un elemento importante al que se debe dar prioridad es a los contratistas, con los cuales se debe tener una buena comunicación de riesgos e informarles lo siguiente:

- Comunicar al contratista los riesgos a los que estará expuesto y los accidentes previos que hayan ocurrido en la actividad asignada, así como las reglas de seguridad general y específica del área donde va a realizar el trabajo.
- Contar con criterios para la contratación de servicios relacionados con el proceso y equipos críticos, en los cuales se debe revisar que el contratista cuenta con personal capacitado y adiestrado para desarrollar el trabajo.

- Se debe llevar a cabo un protocolo de seguridad para la recepción y entrega de trabajos de los contratistas en el que se especifiquen las desviaciones y los cumplimientos relacionados con el trabajo y se debe conservar por un periodo de cinco años.

Capacitación o adiestramiento. En cuanto a la capacitación y adiestramiento se debe cumplir con:

- Dar capacitación y adiestramiento inicial y periódico a los trabajadores y contratistas relacionados con la operación y mantenimiento de los equipos de la empresa, procesos y procedimientos, trabajos peligrosos e investigación de accidentes mayores y a quienes realicen las auditorías internas.
- El responsable de la empresa deberá documentar que cada uno de sus trabajadores ha recibido y entendido el entrenamiento requerido. Debe contar con registros para cada uno de sus trabajadores, la fecha de entrenamiento y los medios utilizados para verificar que el trabajador entendió el entrenamiento.
- La capacitación y el adiestramiento se debe proporcionar en función de un programa específico en el que, por lo menos, se indique: nombres de los trabajadores participantes, fechas de impartición y evaluación del programa.

Accesibilidad a información. Por último, es necesario tener a la mano las condiciones que deben prevalecer en las instalaciones de la PTAR de San Antonio de los Buenos, para saber qué actividades se llevarán a cabo en caso de la aparición de eventos extraordinarios.

Edificios. Las áreas o edificios dentro de la empresa deben cumplir con lo siguiente:

- Todo tipo de edificios o sitios de almacenamiento se deben aislar por pisos, muros o techos de materiales resistentes al fuego.
- Estar aislados de cualquier fuente externa de calor, para evitar el riesgo de incendio.
- Todo tipo de edificios o sitios de almacenamiento deben ser separados por distancias considerables tomando en cuenta los procesos o actividades que ahí se realicen.
- Restringir el acceso a toda persona no autorizada.
- Se deben colocar en lugar visible señales que indiquen las prohibiciones, acciones de mando, precauciones y la información necesaria para prevenir cualquier tipo de riesgo, en base a la normatividad aplicable.

III.1.1 Sistemas de seguridad.

Debido a que en la instalación se manejan sustancias químicas, se debe de tener en cuenta estas recomendaciones:

- Limitar la cantidad del combustible o sustancia peligrosa almacenado (al 90% de su capacidad nominal).
- En cada nivel del centro de trabajo, por cada 200 m^2 o fracción del área de riesgo, se debe instalar, al menos, un extintor de acuerdo a la clase de fuego.
- Contar y mantener actualizado el Programa de Prevención de Accidentes para la prevención, protección y combate de incendios y otros peligros.
- Contar con detectores de incendio de acuerdo al estudio que se realice, mismo que debe determinar su tipo y características.
- Contar con detectores de gases inflamables y explosivos en las áreas críticas de la instalación.
- Contar con brigada contra incendio, la cual debe tener documentada la capacitación.

III.1.2 Medidas preventivas

Las líneas de conducción de cualquier fluido deben estar diseñados con un espesor de pared suficiente para soportar la presión interna y las cargas externas a las cuales se prevé que estarán expuestos durante y después de su instalación, considerando la cantidad máxima de presión, temperatura de operación y considerando las condiciones físicas y químicas del fluido que contienen.

Cualquier conducto para el transporte de sustancias químicas, debe tener en cuenta las cargas vivas, así como los esfuerzos provocados por cargas por tráfico cíclico de vehículos, cargas muertas tales como: el peso propio de la tubería, recubrimientos, rellenos, válvulas y otros accesorios no soportados, esfuerzos provocados por sismos, vibración y/o resonancia, esfuerzos provocados por asentamientos o derrumbes en regiones de suelos inestables, efectos de contracción y expansión térmica, movimiento de los equipos conectados a cualquier tubería, esfuerzos provocados por corrientes pluviales, esfuerzos provocados en los cruces con vías de comunicación.

a) De los equipos de control

Los equipos de control deben estar localizados en zonas que estén bajo el control del operador, en áreas libres, con el objeto de prevenir, en la eventualidad de un incendio, que éste traspase los límites de propiedad o se extienda hacia otras propiedades colindantes. El espacio libre alrededor del área principal del cuarto de control, debe permitir la libertad de movimiento del equipo contra incendio.

El piso de operación de las instalaciones debe tener, al menos, dos salidas separadas y no obstaculizadas, ubicadas de tal manera que proporcionen posibilidad de escape y paso sin obstrucción a un lugar seguro.

El cerrojo de las puertas de salida de emergencia debe accionar rápidamente desde el interior sin necesidad de una llave. Las puertas oscilatorias localizadas en una pared exterior deben abrir hacia afuera del recinto correspondiente y contar con alarmas de pánico.

El equipo eléctrico y la instalación del alumbrado en la PTAR de San Antonio de los Buenos, deben cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en las normas vigentes en México con relación a esta materia y a falta de éstas, de acuerdo con la tecnología propuesta bajo responsabilidad del particular y de conformidad con la práctica internacionalmente reconocida.

b) De la operación y mantenimiento.

Se debe establecer, instrumentar y cumplir con los programas de inspección y mantenimiento periódico de los elementos que conforman los sistemas de operación de la PTAR de San Antonio de los Buenos, lo anterior para dar un estricto cumplimiento de las medidas de la Normatividad vigente y las que en lo sucesivo le apliquen.

Se debe generar un manual, el cual debe revisarse y actualizarse como mínimo una vez cada año calendario con base en auditorías internas. Cuando se encuentren deficiencias en su aplicación, deben modificarse los procedimientos. Los manuales deben estar disponibles en los lugares donde se realicen las actividades de operación y mantenimiento, en electrónico o impreso. El manual debe incluir los procedimientos que garanticen que las actividades de mantenimiento y operación de todos y cada uno de los procesos de la PTAR de San Antonio de los Buenos, se realicen de manera segura y debe considerar, como mínimo, lo siguiente:

Operación, mantenimiento y seguridad en condiciones normales

a) Los procedimientos detallados para la operación y mantenimiento que incluye los requisitos específicos de seguridad para la reparación de tuberías, válvulas, equipos y accesorios.
b) El detalle de las tareas para el control de la corrosión de tuberías de acero para el transporte de fluidos.
c) El detalle de las tareas para el arranque y paro programado de cualquier parte del sistema de transporte.
d) Los procedimientos detallados para el mantenimiento de todos y a cada uno de los equipos del establecimiento.
e) Los diagramas de flujo del sistema de transporte con un listado de las principales variables de operación a vigilar durante la operación normal.

Condiciones anormales.

En cuanto a la operación anormal, el manual debe incluir los procedimientos que proporcionen las condiciones de seguridad necesaria cuando se hayan excedido los límites de operación y deben considerarse:

a) Los pasos para la respuesta, investigación y corrección relativa al:

- Cierre de válvulas y paros no intencionales.
- Pérdida de comunicaciones.
- Operación de cualquier dispositivo de seguridad.
- Cualquier otra disfunción no deseable de un componente, desviación de la operación normal, o error humano que pueda resultar en un riesgo para las personas o la propiedad.

b) Los procedimientos para la revisión de las variaciones de la operación normal después de que han terminado las operaciones anormales. Esto debe realizarse las veces que sea necesario, principalmente en las localizaciones críticas del sistema para determinar su integridad y operación segura;

c) Los detalles para la notificación al personal operativo responsable cuando se reciba un aviso sobre una operación anormal y

d) Revisión periódica de la respuesta del personal operativo mediante simulacros, para determinar la efectividad de los procedimientos para controlar operaciones anormales y, en su caso, tomar las acciones correctivas donde se encuentren deficiencias.

e) Se deben actualizar los manuales de operación y mantenimiento cuando cambien las condiciones de operación o se realicen modificaciones técnicas al sistema, o anualmente en lo referente a los planes y procedimientos descritos, considerando su vinculación con las autoridades competentes.

c) *De la vigilancia continua*

En la PTAR de San Antonio de los Buenos debe tener un procedimiento para la vigilancia continua de sus instalaciones, teniendo en cuenta el control de cambios de localización de equipo, fallas, historial de fugas, corrosión y otras condiciones no usuales de operación y mantenimiento de los equipos.

En caso de determinar que un equipo se encuentra en condiciones no satisfactorias, pero no existe un riesgo inmediato, se debe iniciar un programa para reacondicionar o eliminar el mismo y en caso de que dicho equipo no se pueda reacondicionar o eliminar en ese momento, se debe reducir la actividad de ese equipo, hasta tener la certeza de que funcionará adecuadamente.

Se debe realizar vigilancia continua en los sistemas de almacenamiento de sustancias, para poder determinar las condiciones operativas o de mantenimiento anormal o inusual de los tanques, con el fin de evitar que dichas condiciones anormales sean sucesos iniciadores que puedan presentar un riesgo. La vigilancia se debe realizar mediante:

a) Inspección visual de las instalaciones, con relación a:

- Modificación en la densidad de población y cambio de clase de localización.
- Efecto de la exposición a la intemperie o movimiento de las tuberías.
- Cambios en la topografía que pudieran afectar a las instalaciones.
- Posible manipulación peligrosa, vandalismo o daños o evidencia de tales situaciones.
- Acciones de terceros sobre las instalaciones, y
- Posible filtración de sustancias químicas a edificios desde los registros y fosas a través de entradas de aire.

b) Revisión y análisis periódicos de documentación que incluyan:

- Inspección de fugas o derrames de los tanques de almacenamiento.
- Inspección de válvulas.
- Inspección de equipos de regulación, alivio y limitación de presión.
- Inspección de control de corrosión.
- Investigación de fallas de las instalaciones en general.

d) Del Programa de Prevención de Accidentes o Programa Interno de Protección Civil

Se debe contar con un programa para la prevención de accidentes de conformidad con lo establecido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), este documento tiene por objetivo instrumentar un procedimiento escrito para prevenir daños al Sistema Ambiental.

El programa de prevención de debe como mínimo contar con:

- Un censo de las personas que están involucradas en actividades de operación.
- Establecer un programa de capacitación actualizado de las operaciones que se llevan a cabo en la PTAR de San Antonio de los Buenos el cual sea acorde al tipo de personal que labora y riesgos expuestos en la empresa.

e) Prevención de riesgos

El empleo de sistemas de protección de la maquinaria es otro componente crítico en las plantas de tratamiento de agua residual, pero sobre todo en el área de almacenamiento de gas metano y proceso de cogeneración. Equipos como los digestores, el gasómetro, equipo de cogeneración si llegan a presentar fugas pueden ocasionar explosión o descargas eléctricas afectando a los trabajadores, causando lesiones potencialmente graves.

Buenas prácticas de mantenimiento e inspecciones rutinarias son también medidas benéficas para mantener el lugar de trabajo libre de riesgos. Con la realización de estas operaciones relativamente sencillas, el personal directivo puede estar seguro de que todos los equipos funcionan correctamente y se conservan de forma adecuada. También se debe inspeccionar el correcto funcionamiento de los equipos de emergencia, como extintores de incendios o puestos de lavado ocular.

Aunque la mayoría de las sustancias químicas manejadas en la instalación no son peligrosas, en algunas de las operaciones se emplean sustancias inflamables, ácidas, cáusticas, corrosivas y oxidantes. Es por ello que se deben emplear prácticas de trabajo adecuadas para que los trabajadores sepan cómo manipular de forma segura las sustancias químicas. Hay que enseñar a conservar, manejar y eliminar las sustancias químicas y a utilizar el equipo protector. La formación consistirá en mostrarles la ubicación y funcionamiento del equipo de emergencia. Los puestos de lavado ocular y las duchas pueden reducir al mínimo las lesiones de cualquiera que se exponga accidentalmente a sustancias químicas peligrosas.

IV. RESUMEN.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA.

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental

El Proyecto de Construcción, Modernización y Rehabilitación de la PTAR San Antonio de Los Buenos, en el municipio de Tijuana, Baja California, con actividad altamente riesgosa. Promovida por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, establece un cambio a lo que actualmente se tiene en el tratamiento de aguas residuales, con el fin de mejorar los procesos y aprovechar los subproductos que se generan en el tratamiento de las aguas residuales, como lo es la generación de metano.

Por el tipo de actividad que se realizara el proyecto, en caso de fuga o derrame no presenta riesgo alto al ambiente, sin embrago, algunos de ellos en altas concentraciones son considerados asfixiantes simples para las personas por que dentro de la instalación se contara con las medidas de seguridad necesarias para su detección, además de cumplir con un estricto Programa de Mantenimiento que vigilara de manera oportuna las condiciones de cada equipo y conjuntos de recipientes utilizados.

Para la operación de la PTAR SAB hace uso de procesos auxiliares. Las sustancias usadas en los procesos auxiliares no se encuentran en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, sin embargo, debido al tratamiento que se dará a los lodos en los digestores anaerobios, se genera biogás, el cual contiene en su mayoría metano (55-70 %) establecido en el Segundo Listado de actividades altamente riesgosas y otras trazas de gases, por lo que, la instalación contara con todas las medidas de seguridad para atender cualquier emergencia. Las medidas de seguridad que se aplicaran en cada una de las zonas de los tanques de almacenamiento, así como el personal capacitado para atender cualquier tipo de emergencia (fugas, derrames o incendios), aunado a que el sitio ya es utilizado por la planta de tratamiento actual, la cual será modernizada para cumplir con los requerimientos normativos vigentes aunado a su lejanía de zonas urbanas y de baja densidad de población y viviendas, se espera que en caso de fuga accidental del gas; los daños al ambiente sean mínimos y estos afecten directamente a la instalación y a las áreas verdes ubicadas dentro de proyecto.

El almacenamiento del gas se realizará en tanques debidamente diseñados por almacenar la sustancia y con características resistentes al intemperismo. además de que las medidas de seguridad serán llevadas a cabo de acuerdo a las instrucciones del proveedor y las generadas internamente.

La instalación de aprovechamiento de biogas y particularmente de metano se encuentra regulada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización), NOM-002-SECRE-2010, Instalaciones de Aprovechamiento de Gas Natural, Código de Red del

Sistema Electro-Energético Nacional (SEN). Por lo que la empresa realizara las pruebas de verificación del estado de su instalación anualmente, esto permite al encargado asegurara la integridad de su personal, de la instalación y por tanto del medio ambiente.

La Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana. se encuentra operando bajo la normatividad ambiental mexicana, con una orientación hacia el manejo seguro de los desechos y la protección del medio ambiente, derivado de buenas políticas ambientales dentro de la instalación y en cada área se han llevado y seguirán llevando a cabo la identificación de los Aspectos Ambientales que le permiten identificar en cada actividad/acción/suceso el aspecto e impacto ambiental que tiene cada uno y las acciones que debe de tomar para cumplir con las leyes, reglamentos y normas aplicables a la instalación.

IV.2 Resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental

La zona donde se presente construir el proyecto, actualmente se encuentra ocupado por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Antonio de Los Buenos, desde hace más de una década, por lo que la zona ya ha sido afectada ambientalmente desde hace varios años, actualmente se puede observar que se ha reforestado en algunas zonas con vegetación ornamental y especies de la región dentro de las áreas verdes de la instalación. Sin embargo, debido al crecimiento de la población la capacidad de tratamiento se ha visto rebasado.

La zona en los alrededores de la PTAR, no presenta asentamientos urbanos, por lo que el riesgo ambiental en caso de presentarse un evento inesperado, lo daños serian a la infraestructura de la propia PTAR y la vegetación presente de la zona. Como se puede observar en los eventos E005 y E006, que son los radios de mayor afectación.

IV.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado

En el **anexo V**, se presenta el informe técnico del análisis de riesgo.

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, MODERNIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA PTAR SAN ANTONIO DE LOS BUENOS, EN EL MUNICIPIO DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, CON ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA.

V.1 Formatos de presentación

V.1.1 Planos de localización

V.1.2 Fotografías