

EVALUACIÓN ESTRATÉGICA SOBRE LA SITUACIÓN E IMPACTOS SOCIALES Y AMBIENTALES

ZONA ECONÓMICA ESPECIAL – COATZACOALCOS

TAREA 3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES



CONTENIDO

3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
3.1 Señalamiento de la ubicación y superficie del Proyecto para el establecimiento de la Zona, que se encuentra, en su caso, en Áreas Naturales Protegidas, Federales o Locales; Zonas sujetas a Protección Ambiental, Nacional o Internacional, o Áreas con Especies sujetas a algún tipo de Restricción Jurídica en Términos de las disposiciones Ambientales Federales.....	3
3.1.1 Ubicación del Proyecto y Obras Coligadas respecto al SAR	3
3.1.2 Ubicación del SAR y la ZEE respecto a Instrumentos de Planeación.....	11
3.2 Relación de los Ordenamientos sobre el Uso de Suelo en los Terrenos donde se pretenda asentar la Zona con los criterios aplicables al Sitio respectivo	23
3.2.1 OET aplicables a la Zona de Estudio	23
3.2.2 Análisis de los Oet respecto a la ZEE y SAR	27
3.3 Descripción de los Recursos Naturales involucrados o susceptibles de Aprovechamiento, Uso o Afectación para el Desarrollo Y Operación de la Zona	39
3.3.1 Factores Abióticos	40
3.3.2 Factores Bióticos	79
3.3.3 Síntesis Ambiental	133
3.4 Análisis Sobre el Cumplimiento de la Disposiciones de Protección Ambiental, Preservación y Conservación del Equilibrio Ecológico en los Ámbitos Federal, Estatal o Municipal, así como los efectos sobre el Ambiente que pueda causar la ejecución de las obras correspondientes para el establecimiento y Operación de la Zona	144
3.4.1 Identificación, Descripción y Valoración de los Impactos Ambientales.....	144
3.4.2 Capacidad de Asimilación de las Afectaciones que pudieran derivarse debido a la ejecución de las obras y actividades del Proyecto.	182
3.4.3 Compatibilidad del Proyecto con instrumentos de Protección Ambiental	187
3.4.4 Compatibilidad del Proyecto con los OET	190
Anexo Información Adicional Tarea 3	



3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1 SEÑALAMIENTO DE QUE LA UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PROYECTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA ZONA, SE ENCUENTRA, EN SU CASO, EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, FEDERALES O LOCALES; ZONAS SUJETAS A PROTECCIÓN AMBIENTAL, NACIONAL O INTERNACIONAL, O ÁREAS CON ESPECIES SUJETAS A ALGÚN TIPO DE RESTRICCIÓN JURÍDICA EN TÉRMINOS DE LAS DISPOSICIONES AMBIENTALES FEDERALES.

3.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO Y OBRAS COLIGADAS RESPECTO AL SAR

El desarrollo de esta tarea tiene como base tres polígonos de análisis: Sistema Ambiental Regional (SAR), Zona Económica Especial (ZEE)¹ y polígono de ZEE en inmueble federal (ZEEF) (mapas 3.1 y 3.2). Los criterios para su delimitación se describen en la tarea 1 de la presente evaluación y sus respectivas superficies en el siguiente cuadro. Las obras programadas para el SAR, ZEE y ZEEF se describen en la tarea 1, en la sección 1.2 de la presente evaluación.

- I. **Sistema Ambiental Regional de Influencia Directa o SAR de la ZEE (SAR).**
- II. **Zona Económica Especial (ZEE)**
- III. **Sección impulsada por la Federación (ZEEF)**

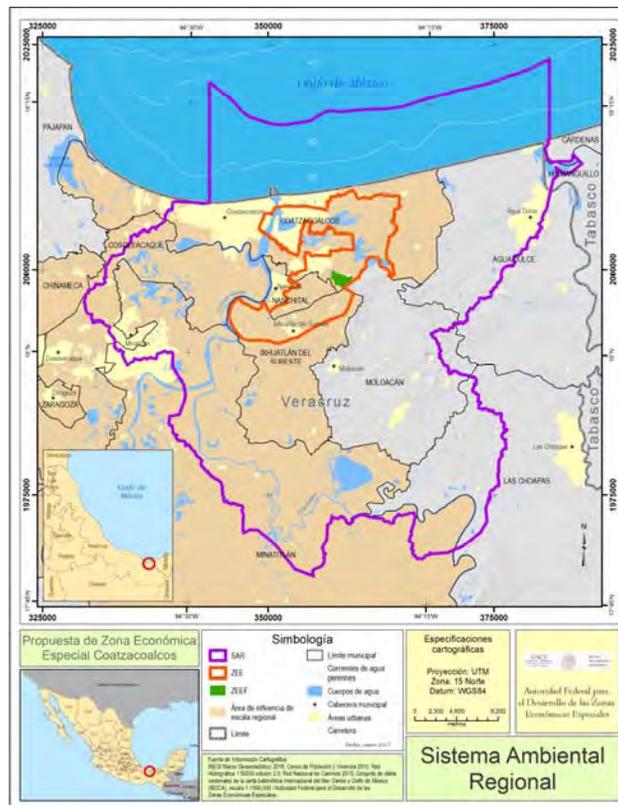
Los grupos sectoriales productivos identificados para el área son aluminio, agroindustria, muebles, metalmecánica, petroquímica, plástico, pulpa y papel y químico (ver sección 1.1.3 de la tarea 1 de esta evaluación). La demanda de la industria respecto a los recursos mínimos indispensables para su operación se explica en el apartado 3.4.1 de esta evaluación y pueden consultarse en el cuadro 3.2.

¹ De conformidad al artículo 7 de la Ley Federal de Zonas Económicas Especiales y artículo 41 de su Reglamento: "Las Zonas podrán establecerse de la forma siguiente: I. Unitaria... y, II. Secciones", esta última forma se conoce como "Polígono Amplio", dentro de la cual se podrán ubicar varios conjuntos industriales. El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, en el municipio de Coatzacoalcos, mismo que es el resultado de la opinión de las Dependencias Federales involucradas en el proceso de revisión y aprobación. Este polígono corresponde a un subconjunto del polígono amplio inicial con una superficie de 14,645 ha (que incluía el asentamiento humano de Ixhuatlán del Sureste), el cual fue analizado en la presente Evaluación Estratégica sobre la Situación de Impacto Sociales y Ambientales.





Figura 3.1 Comparativo de los polígonos amplios ZEE de Coatzacoalcos
Fuente: Elaborado por AFDZEE



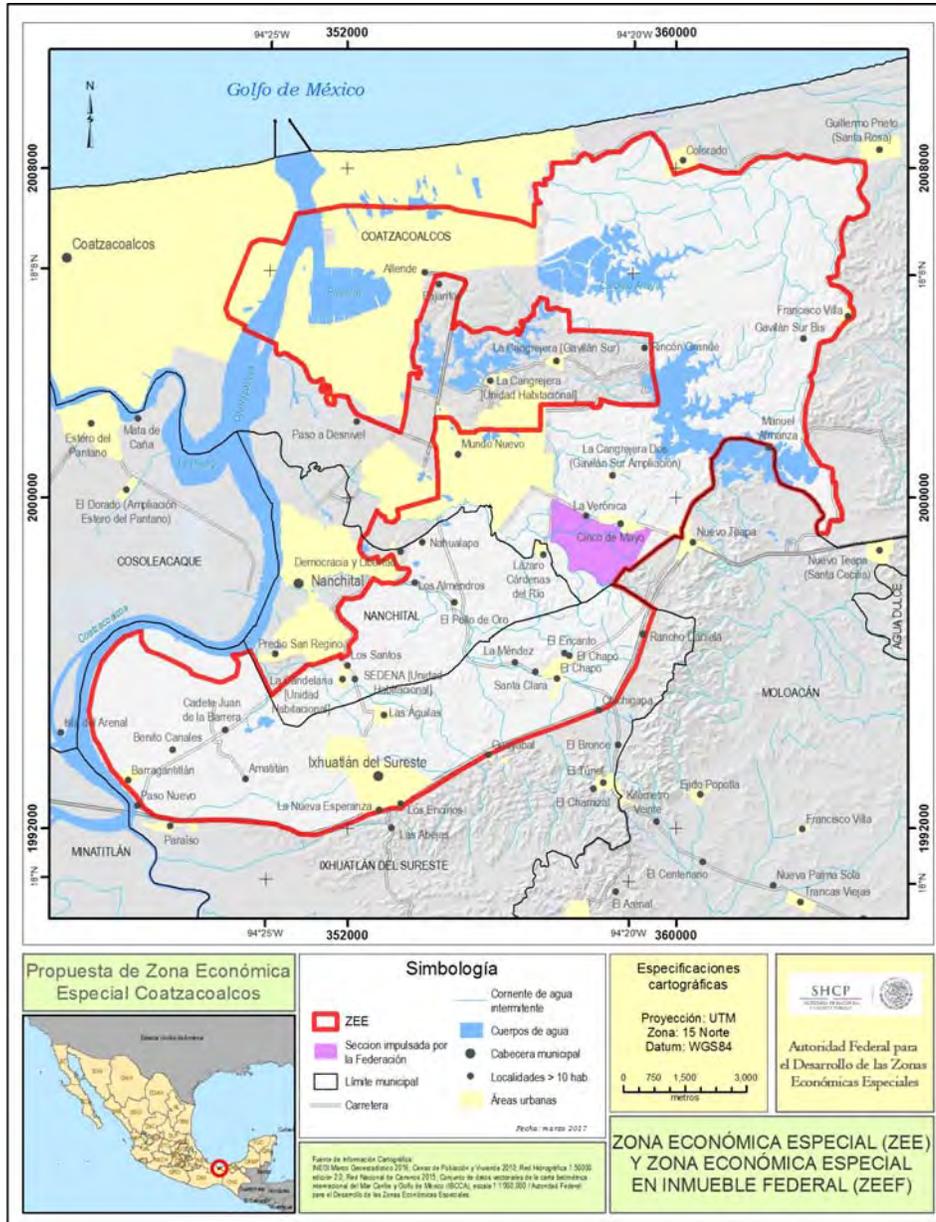
Mapa 3.1 Zonas de análisis para la evaluación ambiental. SAR, ZEE y ZEEF
Fuente: Elaborado por Social Value Institute

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.



Zona de análisis	Terrestre	Marino	TOTAL
Sistema Ambiental Regional SAR	146,707.67	32,166.73	178,874.40
Zona Económica Especial ZEE	14,645.69	0	14,645.69
Zona Económica Especial de Inmueble Federal ZEEF	275.19	0	275.19

Cuadro 3.1 Superficie en el SAR, ZEE, Y ZEEF.
Fuente: Elaborado por Social Value Institute



Mapa 3.2 Localización de la ZEE y ZEEF
Fuente: Elaborado por Social Value Institute



Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

Como se observa en el Mapa 3.2, la ZEEF, se ubica al oriente del municipio de Coatzacoalcos, en la cercanía de la zona industrial de la margen derecha del río Coatzacoalcos, junto al Complejo petroquímico La Cangrejera, sobre la carretera 180 que la conecta con el puerto.

Sectores industriales*	RAMA	Gas (Mio m ³ /a)	Electricidad (Gwh/a)	Agua (Miles m ³ /a)	Materia Prima (kt/a)	Producto terminado (kt/a)	Residuo o merma (kt/a)	No. de plantas
Aluminio	3313	60	10,360	800	854	700	154	1
Bebidas	3121	0	7	326	146	120	26	2
Metalmecánica (estructuras metálicas y productos metálicos)	3323 3321	0	50	100	6	6	0	1
Muebles	3371	0	4	2	183	150	33	10
Café	3119	0	3	7	35	30	5	7
Petroquímica	3241	56	420	20,000	1,281	1,050	231	5
Plástico	3261	0	30	100	420	350	70	7
Procesamiento de animales	3116	1	4	25	30	25	5	10
Productos lácteos	3115	0	16	531	266	235	31	1
Pulpa y papel	3221	0	83	6,857	3,000	1,000	2,000	1
Químico	3255	0	12	106	31	25	6	2
Totales		117	10,989	28,854	6,252	3,691	2,561	47

Cuadro 3.2 Parámetros para cada planta tipo de los sectores ancla seleccionados para la ZEE de Coatzacoalcos

** Descripción correspondiente al sistema de clasificación SCIAN4: ramas*

Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información del Consorcio.

Las obras programadas para el SAR, ZEE y ZEEF se describen ampliamente en la sección 1.2 de la Tarea 1 de la presente evaluación. La obras coligadas identificadas y propuestas en materia de infraestructura para atender las necesidades identificadas para el desarrollo de las Zona Económica Especial (ZEE) y Zona Económica de Inmueble Federal de Coatzacoalcos (ZEEF), se agrupan en los siguientes rubros:

- Agua y saneamiento
- Energía
- Transporte y logística
- Telecomunicaciones

Las presentes obras de infraestructura pretenden que los desarrollos tanto industriales como urbanos, se vean beneficiados por la ZEE de Coatzacoalcos, en el siguiente cuadro se abordan las obras con mayor impacto dentro de la zona. Para un mayor detalle de toda la infraestructura planeada para la ZEE y ZEEF (revisar el punto 1.1.6 de la presente evaluación).

Infraestructura	ZEEF	AIR
-----------------	------	-----

Infraestructura	ZEEF	AIR
Plantas de acondicionamiento de agua industrial (1,000 lps)	X	X
Plantas de tratamiento de aguas residuales (720 lps)	X	
Red de agua potable		X
Red de drenaje y alcantarillado		X
Biblioteca Pública Regional (4)		X
Casa de la Cultura		X
Preparatoria General (5)		X
CONALEP		X
Universidad Pedagógica Nacional (3)		X
Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) (1)		X
Plaza Cívica (93)		X
Módulo Deportivo (23)		X
Unidad Deportiva (47)		X
Alberca Deportiva (14)		X
Unidad de Medicina Familiar IMSS (6)		X
Hospital General IMSS (2)		X
Unidad de Medicina Familiar ISSSTE (17)		X

Cuadro 3.3 Necesidades de infraestructura para la ZEE de Coatzacoalcos y acciones de política pública.

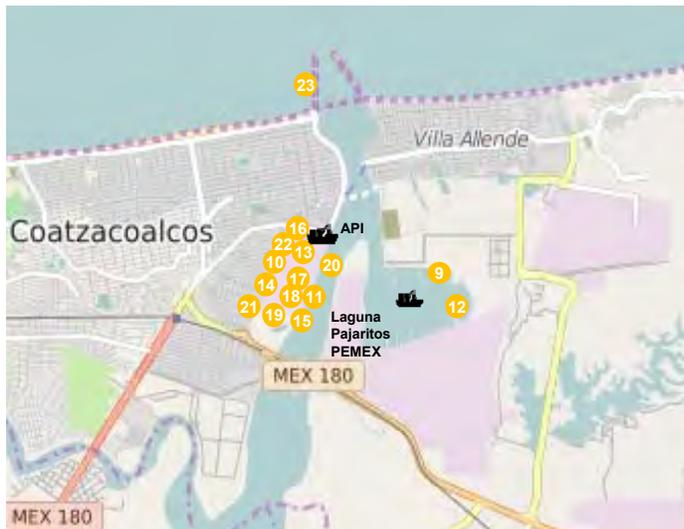
COMPONENTE	USOS	OBRAS COLIGADAS	DESCRIPCIÓN	IMPLICACIÓN AMBIENTAL PRELIMINAR	FIGURAS
ENERGÍA	Transmisión	ZEEF	Línea de torres de media tensión y 10 km de longitud para suministrar a la ZEE	Probable cambio de uso del suelo y construcción	
ENERGÍA		ZEEF	Gasoducto de distribución local para suministrar al predio de la ZEEF con gas natural para el desarrollo de actividades económicas productivas gasoducto de 20" y 3 km	Probable cambio de uso del suelo y construcción	
ENERGÍA		ZEE y ZEEF	Estación de compresión para movilizar la molécula de GN desde el punto de interconexión con el Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural hasta la ZEE. Estación con capacidad de 5.5 MMpcd	Impacto por la construcción	
COMUNICACIÓN		ZEEF	Acceso Carretero con gasa o trébol de distribución*	Impacto por la construcción	3.5
COMUNICACIÓN		ZEE y ZEEF	Modernización carretera federal MEX 180. Tramo: Coatzacoalcos-Nuevo Teapa	Impacto por la construcción	3.6
COMUNICACIÓN PORTUARIA		ZEE y ZEEF	Terminal portuario en la Laguna de Pajaritos, de usos múltiples y bodegas para atender la demanda de flujos inbound y outbound generados por la ZEE	Impacto por la construcción y el dragado	3.7
COMUNICACIÓN		ZEE y ZEEF	Conexión FF Medias Aguas - Chapo - Coatzacoalcos (Libramiento Coatzacoalcos)	Probable cambio de uso	



Cuadro 3.4 Principales obras para el desarrollo de la ZEEF de Coatzacoalcos.
Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información del Consorcio



Figura 3.2 Infraestructura habilitadora y complementaria carretera y ferroviaria.
Fuente: Servicios de Consultoría (2015)



PUERTO

- 9 Desarrollo de la infraestructura portuaria de Pajaritos, Etapa 2
- 10 Adecuación patios de almacenamiento Reciento Coatzacoalcos
- 11 Ampliación de muelle de lanchaje
- 12 Desarrollo infraestructura portuaria Laguna de Pajaritos, E3
- 13 Acceso ferroviario norte al patio de carga intermodal
- 14 Ampliación de la Avenida Tolteca
- 15 Dragado de construcción en el Puerto de Coatzacoalcos 2015
- 16 Supervisión, estudios y proyectos
- 17 Terminal Especializada de Contenedores
- 18 Terminal de Usos Múltiples
- 19 Terminal de Granel Mineral
- 20 Grúas móviles de muelle (MHC) y patio
- 21 Modernización de vialidades del recinto Coatzacoalcos
- 22 Obras complementarias recinto Coatzacoalcos
- 23 Rehabilitación del cuerpo de la escollera lado Coatzacoalcos

Figura 3.3 Infraestructura habilitadora y complementaria carretera y ferroviaria.
Fuente: Servicios de Consultoría (2015)





ENERGÍA

- 1 Línea de transmisión (IH)
- 2 Subestación de derivadora en predio (IH)
- 3 Estudios Indicativos, de Impacto al Sistema y de Instalaciones (IH)
- 4 Reforzamiento de la red eléctrica nacional (IH)
- 5 Almacenamiento Subterráneo de Gas LP (C)
- 6 Gasoducto de distribución local (IH)
- 7 Estación de compresión local (IH)

AGUA

- 8 Planta Acondicionamiento Fase I a II (IH)
- 9 Mantenimiento y rehabilitación del Sistema Acueducto Uxpanapa-La Cangrejera (C)
- 10 Obra de toma y equipos de bombeo (IH)
- 11 Conducción por Bombeo (L-2.06km) (IH)
- 12 Tanque de Regulación 10,000 m3 de capacidad (IH)
- 13 Construcción de caminos, compra de terrenos y derechos de paso (IH)
- 14 Línea de alta tensión (IH)
- 15 PTAR Modular Fase I y II (IH)
- 16 Canal difusor (IH)

Figura 3.4 Infraestructura habilitadora y complementaria de energía y agua.
Fuente: Servicios de Consultoría (2015)

Asimismo, se requiere la construcción de 3 obras coligadas. Estas son las siguientes:

El acceso carretero a la ZEE, que consiste en pasos a desnivel y gasa o trébol de distribución. Plazo: Corto, 2017-2018 (figura 3.5)

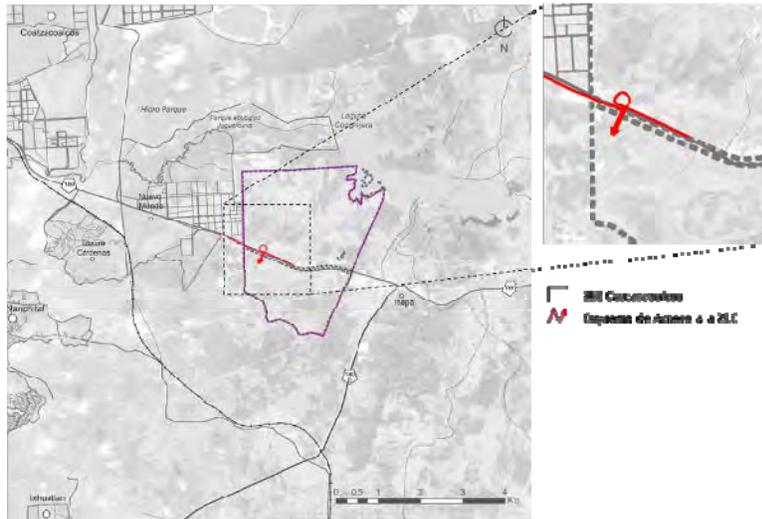


Figura 3.5 Propuesta Gasas de Distribución al Interior del Polígono "Cinco de Mayo".
Fuente: Servicios de Consultoría (2015)



La modernización Carretera Federal MEX 180. Tramo: Coatzacoalcos-Nuevo Teapa CG 233

Una vez iniciadas las operaciones y las actividades industriales en la ZEE, se requerirá de mayor seguridad en el transporte de carga por carretera, por lo que se requiere la modernización a 4 carriles de la carretera justo al frente del polígono “Cinco de Mayo”.

Esta necesidad se cubre con el proyecto en curso “Entronque Allende-Entronque Nuevo Teapa” con número de registro en cartera de proyectos de la SHCP “13096500022”. Plazo: Corto, 2017 – 2018 (figura 3.6)

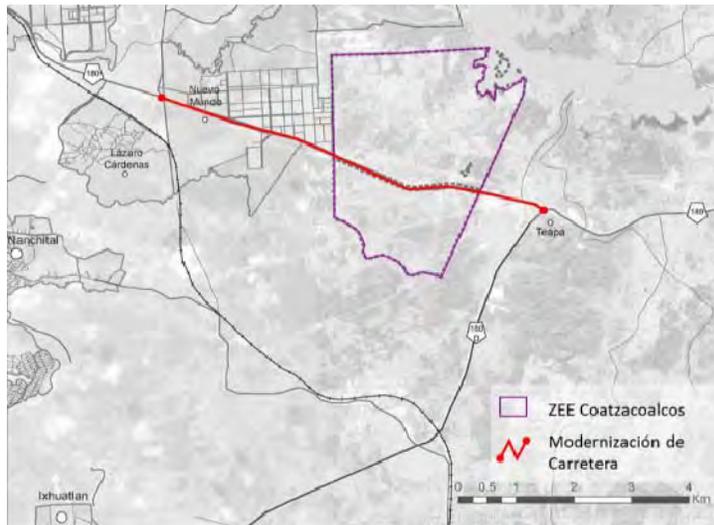


Figura 3.6 Modernización a 4 carriles (21 metros de sección) 11.1 km.
Fuente: Servicios de Consultoría (2015)

Construcción de la Terminal de Usos Múltiples

Se requiere de una terminal de usos múltiples y bodegas para atender la demanda de flujos *inbound* y *outbound* generados por la ZEE, particularmente para el movimiento de carga de Petroquímica, Plástico, Muebles, Pulpa y Papel, Químico y Metalmecánica.

Este proyecto se cubre con la inversión estimada para “Desarrollo de infraestructura portuaria en la Laguna de Pajaritos, Etapa 2” con número de registro en cartera ante la SHCP “1409J3F0006” el cual contempla la ampliación del muelle actual, patio de contenedores de 8 ha, dragado de mantenimiento, terminal de contenedores (inversión privada) y terminal de usos múltiples (inversión privada). Plazo: mediano plazo 2019 – 2022 (figura 3.7)





Figura 3.7 Terminal de Usos Múltiples Laguna de Pajaritos.
Fuente: Servicios de Consultoría (2015)

3.1.2 UBICACIÓN DEL SAR Y LA ZEE RESPECTO A INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

Convenios internacionales

La ZEE no está cerca o dentro de polígonos de protección de importancia internacional, ni de sitios RAMSAR. Lo relacionado con regiones prioritarias de CONABIO se discutirá adelante.

Los instrumentos de la normatividad mexicana, que se desprenden de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y aplican al presente proyecto SAR, la ZEE y ZEEF Coatzacoalcos se describieron en los puntos 1.2.6 y 2.2.7 de las tareas anteriores. A continuación, se amplía lo respectivo a áreas naturales Protegidas, regiones prioritarias y otros instrumentos.

Áreas Naturales Protegidas (ANPs)

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), a nivel federal existen 181 Áreas Naturales Protegidas decretadas a la fecha. El ANP que se encuentra más cercana a la región delimitada para la ZEE Coatzacoalcos es la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas. La reserva citada no incide con el polígono de la ZEEF, ZEE, ni con el SAR. Dentro del SAR se alojan dos Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, Parque Ecológico Jaguarundi y Parque Ecológico Tuzandepetl. Las características de estas tres áreas se describen en el siguiente cuadro.

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
NOMBRE DEL ANP FEDERAL	Los Tuxtlas
Categoría	Reserva de la Biósfera
Estado	Veracruz



CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS
Superficie (ha)	155,122.4690
No. de registro SINAP	003
Fecha de aviso en D.O.F.	23 de noviembre de 1998
Información del ANP	<p>Se encuentra ubicada en la parte sur del Estado de Veracruz a solo 140 km del Puerto de Veracruz, tomando la carretera Veracruz- Acayucan, en los Municipios de Ángel R. Cabada, Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco, Soteapan, Mecayapan, Tatahuicapan y Pajapan. Se encuentra colindando hacia el mar, y se puede acceder por varios puntos carreteros desde Veracruz, Puebla y Tabasco. Al Norte inicia en la comunidad de Punta Puntillas del municipio de Ángel R. Cabada, Ver., primer punto sobre la costa y baja en dirección sureste, siguiendo límites naturales y algunos caminos, para después bordear por el norte al Lago de Catemaco, volviendo a tomar una orientación sureste desde donde asciende hasta encontrarse nuevamente con la costa para continuar por toda la franja costera.</p> <p>Clima. Se tienen un total de 16 regiones climáticas agrupadas en 4 tipos de climas cálidos y semicálidos.</p> <p>Vegetación. Selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, bosque caducifolio, selva mediana perennifolia, selva baja perennifolia, bosque de pino tropical, encinares semicálidos, vegetación de dunas costeras, vegetación de esteros, bosque mesófilo de montaña, manglares, matorral de altura, sabana, comunidades de zonas inundables.</p> <p>Fauna. Se han descrito 102 especies de mamíferos, 49 especies de anfibios, 109 especies de reptiles, 561 especies de aves, 437 especies de peces en las costas de la Sierra de Los Tuxtlas, 359 especies de lepidópteros, 133 especies de Odonatos y 530 especies de Papilionoideos.</p>
Distancia del punto más cercano a los polígonos bajo estudio	SAR 23.80 km, ZEE 34.2 km y ZEEF 43.32 km.
NOMBRE DEL ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN	Jaguarundi
Estado	Veracruz
Superficie (ha)	960.73
No. de certificado	1
Fecha de certificación	05/06/2002
Información del ecosistema	Selva Alta Perennifolia, Manglar de agua dulce, Pantano, Vegetación acuática
Distancia del punto más cercano a la ZEE (km)	Ubicada dentro del SAR. Colindando con la ZEE en el lindero oeste y a 2.3 km de la ZEEF.
NOMBRE DEL ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN	Tuzandepetl
Estado	Veracruz
Superficie (ha)	1,148
No. de certificado	234
Fecha de certificación	07/03/2011
Información del ecosistema	Selva Alta/Mediana Perennifolia inundable, Palmar, Manglar de agua dulce, Tular-Popal, Vegetación acuática, Acahual.
Distancia del punto más cercano a la ZEE	Ubicada dentro del SAR. Parcialmente dentro de la ZEE y a 8.35 km de la ZEEF.

Cuadro 3.5 Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas y Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Características.

Fuente: Elaborado por Social Value Institute, con información CONANP, <http://regiongolfodemexico.conanp.gob.mx>



Referente a las áreas naturales protegidas estatales, el Estado de Veracruz cuenta con 26 ANPs. De acuerdo al análisis geoespacial se pudo observar que ni el polígono de la ZEEF, de la ZEE, ni del SAR, inciden en ninguna de ellas; la más cercana, Tatocapan, se localizan a 103 km de la ZEE y a 99.8 km del SAR.

Regiones Prioritarias

Las Regiones Prioritarias (RP) son áreas de gran importancia por su biodiversidad y características naturales, que aportan servicios ambientales significativos. Están sujetas a las condiciones de conservación, preservación y aprovechamiento de los ecosistemas inmersos. Estas regiones sirven de referencia para determinar nuevas ANP's y en su caso, forman parte de la planeación y desarrollo de estrategias relacionadas con el desarrollo social.

A través de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se han establecido las regiones terrestres prioritarias (RTP), regiones hidrológicas prioritarias (RHP), regiones marinas prioritarias (RMP) y áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA). Cabe señalar que dicha región no tiene carácter de obligatoriedad y carecen de planes y/o programas de restauración, conservación o aprovechamiento; sin embargo, son la base para desarrollar planes y programas de las áreas naturales protegidas como las antes descritas.

La revisión de las zonas prioritarias de CONABIO² mostró los siguientes resultados. (Cuadro 3.6 y Mapa 3.6).

Categoría	Región prioritaria	Entidades	Superficie (km ²)	Programa de manejo	Distancia a la ZEE (km)	Distancia a la ZEEF (km)
RHP-80	Los Tuxtlas	Veracruz	3,484	No	13.6	24.1
RHP-81	Cuenca Media y Alta del río Coatzacoalcos	Veracruz y Oaxaca	11,039	No	40.7	50.8
RHP-82	Cuenca Media y Alta del río Uxpanapa	Veracruz y Oaxaca	2,979	No	34.7	37.2
RTP-131	Sierra de Los Tuxtlas – Laguna del Ostión	Veracruz	2,626	No	20.4	27.4
RTP-132	Selva Zoque-La Sepultura	Chiapas, Oaxaca y Veracruz	11,319	No	54.0	58.9
*RMP-52	Delta del río Coatzacoalcos	Veracruz	2,964	No	0	0.2
RMP-53	Pantanos de Centla Laguna de Términos	Tabasco y Campeche	55,114	No	15.1	22.140
AICA SE-04	Los Tuxtlas	Veracruz	149,747	No	35.1	40.818
AICA SE-04	Uxpanapa	Veracruz y Oaxaca	362,190	No	53.1	57.890

*La RMO-52, se ubica dentro de la ZEE, en la parte suroeste

Cuadro 3.6 Regiones prioritarias de CONABIO
Fuente: Elaborado por Social Value Institute

² CONABIO, tomado de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

Cabe la aclaración de que estas áreas prioritarias no se consideran instrumentos de planeación ya que no son vinculantes, sin embargo, debe tomarse en cuenta que en el entorno de la región de estudio se identifican zonas consideradas de importancia por la CONABIO.

Se ubican parcialmente dentro del SAR tres regiones prioritarias:

- 1) **La RHP-80, Los Tuxtlas**, en la parte poniente del SAR, Mapa 3.3. Como se muestra en el cuadro 3.7, la ZEE y la ZEEF se ubican fuera de las RHP 80, 81 y 82
- 2) **La RMP-52, Delta del Río Coatzacoalcos**, en la parte central del SAR y en el oeste de la ZEE. (Mapa 3.5).
- 3) **La RMP-53 Pantanos de Centla Laguna de Términos**, (Mapa 3.5).

Las fichas técnicas de estas tres regiones prioritarias que se ubican parcialmente en el SAR y los mapas correspondientes, se muestran a continuación en los cuadros 3.7, 3.8 y 3.9.

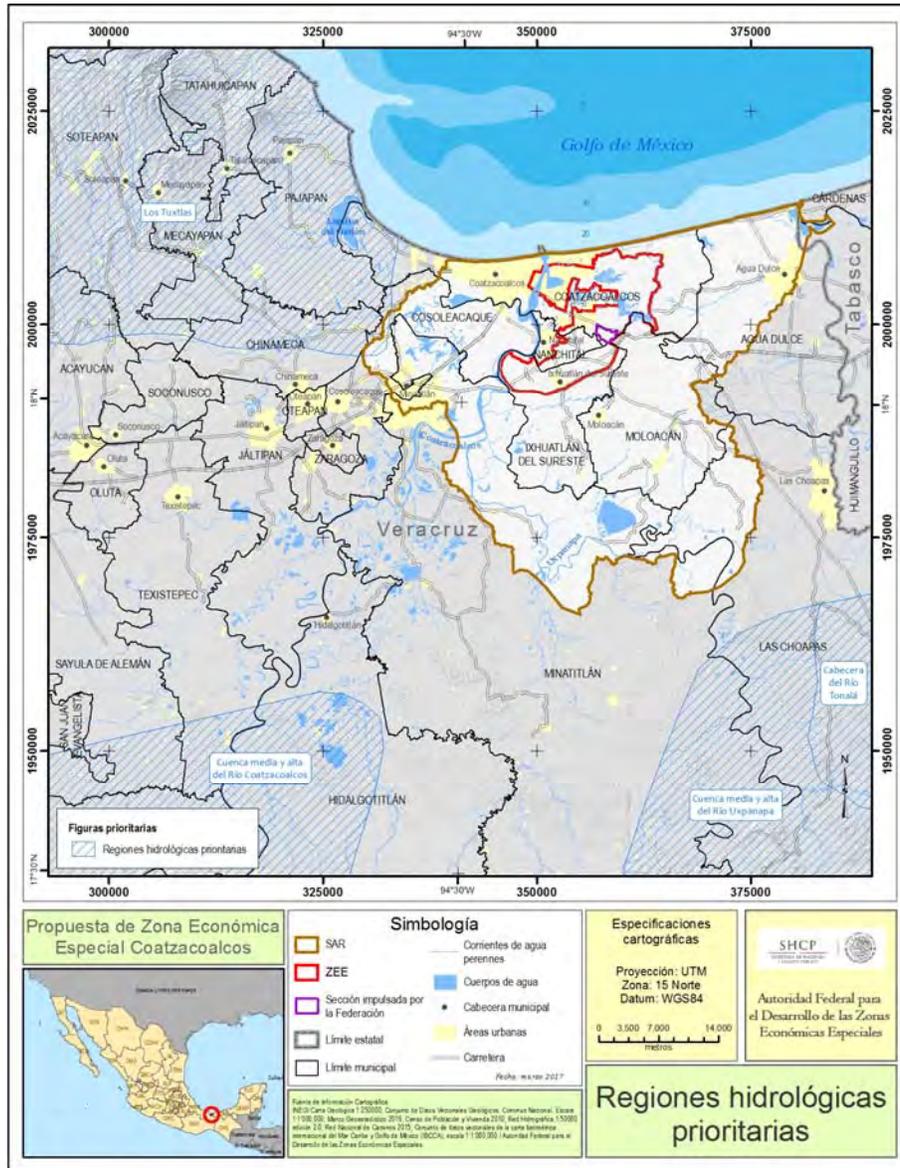
RHP-80, Los Tuxtlas

Región Hidrológica Prioritaria 80. Los Tuxtla	
Estados	Veracruz
Extensión (km ²)	3.484.34
Acuíferos	Soconusco, Acapetahua, Arriaga-Pijijiapan
Recursos Hídricos Principales	Lénticos: lagos de Catemaco, La Escondida, El Zacatal, La Encantada, Lagunas de Sontecomapa y del Ostión, Lago cráter de San Martín Lóticos: ríos Grande de San Andrés, de La Palma, Salto de Eyipantla, arroyos Agrio y Coyame y manantiales de aguas carbonatadas
Geología/Edafología	Volcán de San Martín Tuxtla, Sierra de los Tuxtlas y Sierra de Santa Marta; en las estribaciones de la Sierra de los Tuxtlas predominan los suelos lateríticos, ricos en arcilla Luvisol y Acrisol y en la llanura costera predominan suelos profundos en materia orgánica y muy fértiles Vertisol, Feozem y Litosol.
Características	Clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 18-26 °C. Precipitación total anual 2 000 - 4 500 mm; de noviembre a enero vientos del norte y el resto del año los del noreste. Actividad económica principal: agropecuaria, pesquera, turística e industrial
Principales poblados	Catemaco, San Andrés, Santiago, Sontecomapan, Pajapan.

Cuadro 3.7 Región Hidrológica Prioritaria 80. Los Tuxtlas

Fuente: Elaborado por Social Value Institute, con información de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/>





Mapa. 3.3 Localización de Regiones hidrológicas prioritarias, con relación al SAR, ZEE y ZEEF

Fuente: Elaborado por Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

RMP-52, Delta del Río Coatzacoalcos

Región Marina Prioritaria 52. Delta del Río Coatzacoalcos	
Estados	Veracruz
Extensión (km ²)	2,964
Clima	Cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 22-26°C
Geología	Nace en la Sierra Atravesada y desemboca en el Golfo de México
Descripción	Zona con pantanos, ríos, lagunas.
Oceanografía	Afluentes de los ríos Jaltepec y Uxpanapa.

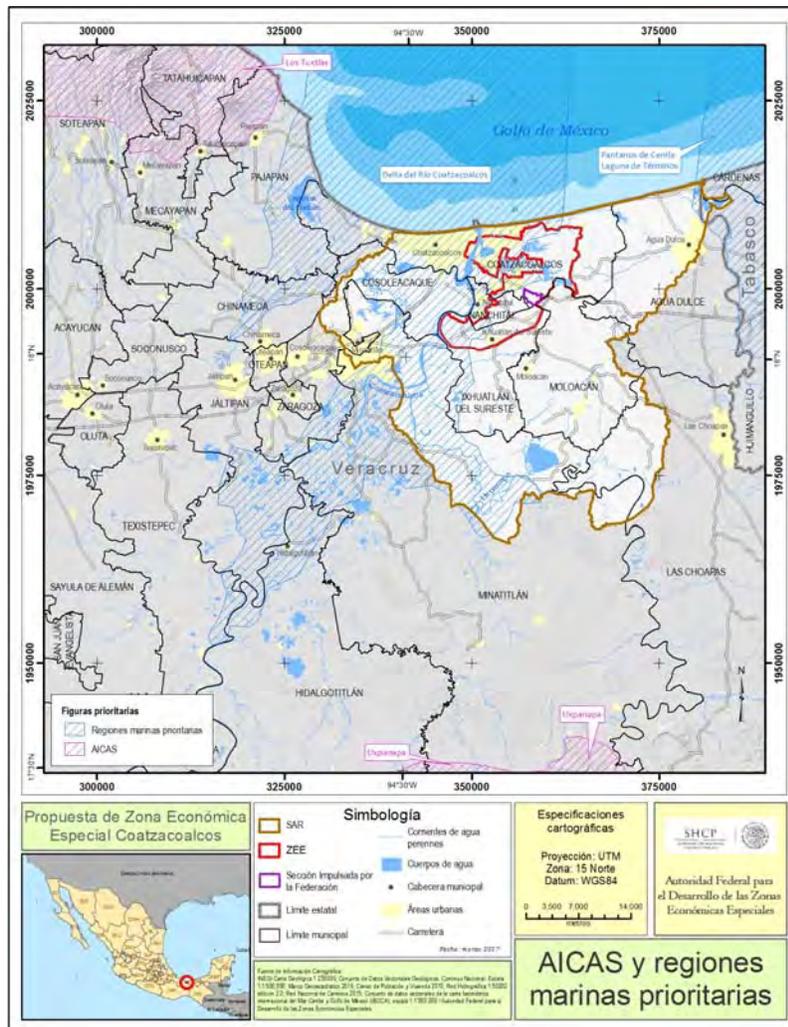


Región Marina Prioritaria 52. Delta del Río Coatzacoalcos

Biodiversidad	<p>Poliquetos (<i>Paraprionospio pinnata</i>, <i>Streblospio benedicti</i>, <i>Mediomastus californiensis</i>, <i>Pisone remota</i>, <i>Parandelia vivanna</i>, <i>Glycinde solitaria</i>, <i>Paraonis fulgens</i>, <i>Phyllodoce (Anaitides) arenae</i>, <i>Parahesione luteola</i>, <i>Sigambra grubii</i>, <i>Hemipodus roeus</i>), moluscos (<i>Chione infundibuliformis</i>), peces (<i>Dorosoma anale</i>, <i>Ictalurus meridionalis</i>, <i>Bagre marinus</i>, <i>Arius felis</i>, <i>A. Melanopus</i>, <i>Centropomus parallelus</i>, <i>Selene vomer</i>, <i>Diapterus rhombeus</i>, <i>Stellifer lanceolatus</i>, <i>Bairdiella chrysoira</i>, <i>Citharichthys spilopterus</i>, <i>Trinectes maculatus</i>, <i>Achirus lineatus</i>). Aves residentes y migratorias en los humedales de Coatzacoalcos (zona ecológica importante), manatí (<i>Trichechus manatus</i>), manglares.</p>
---------------	--

Cuadro 3.8 Región Marina Prioritaria 52. Delta del Río Coatzacoalcos

Fuente: Elaborado por Social Value Institute, con información de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/>



Mapa. 3.4 Localización de Regiones marinas prioritarias y AICAS, con relación al SAR, ZEE y ZEEF

Fuente: Elaborado por Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.



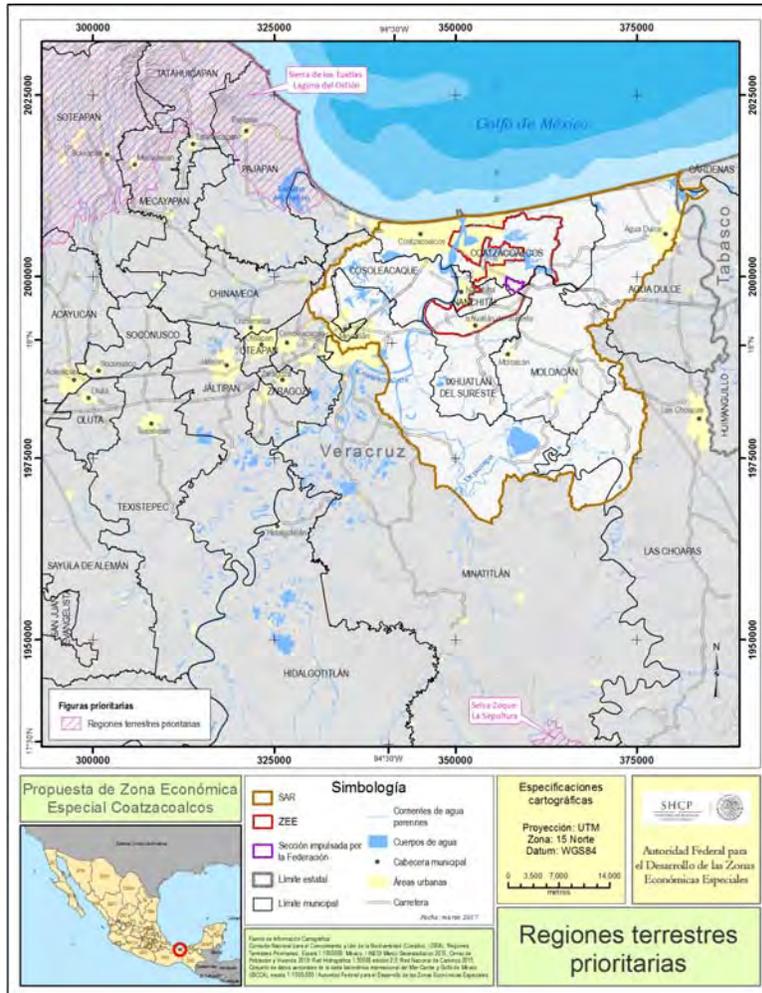
RMP-53 Pantanos de Centla Laguna de Términos

Región Marina Prioritaria 53. Pantanos de Centla Laguna de Términos	
Estados	Tabasco y Campeche
Extensión (km ²)	55,114
Clima	Cálido húmedo costero y cálido subhúmedo oceánico, con lluvias en verano. Temperatura media anual mayor a 26°C. Ocurren huracanes, tormentas tropicales, nortes
Geología	Corresponde a la placa de Norteamérica. Rocas sedimentarias. Plataforma amplia
Descripción	Lagunas, playas, dunas, pastos marinos, esteros, islas. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente a la costa y a la Sonda de Campeche
Oceanografía	Frente permanente de surgencias. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos, esteros y lagunas. Existen turbulencia, frentes, concentración y enriquecimiento
Biodiversidad	Moluscos, poliquetos, crustáceos, insectos, peces, reptiles, aves, mamíferos marinos, algas, manglares, selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales, palmar inundable, matorral espinoso inundable. Endemismo de plantas (<i>Amaranthus greggii</i> , <i>Cithorexylum allephirum</i> , <i>Palafoxia</i> spp) y peces (<i>Strongylura hubbsi</i> , <i>Batrachoides goldmani</i>). Especies indicadoras: mangle rojo, blanco y negro, camarones, robalo, manatí, cocodrilos, caimanes; <i>Gracillaria</i> spp y <i>Bangia</i> spp, indican el grado de conservación del ambiente. <i>Typha domingensis</i> indica ausencia de fertilizantes. Zona de refugio, alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manatí, mamíferos e invertebrados.

Cuadro 3.9 Región Marina Prioritaria 53. Pantanos de Centla Laguna de Términos

Fuente: Elaborado por Social Value Institute, con información de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/>





Mapa. 3.5 Localización de Regiones terrestres prioritarias, con relación al SAR, ZEE y ZEEF
Fuente: Elaborado por Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

Las regiones prioritarias RTP-131 Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión, RHP-81 Cuenca Media y Alta del río Coatzacoalcos y 82 Cuenca Media y Alta del río Uxpanapa, y las AICAS SE-04 Los Tuxtlas y SE-05 Uxpanapa, se ubican fuera del SAR y, por lo tanto, de la ZEE y ZEEF (Mapas 3.3, 3.4 y 3.5); el impacto sobre estas regiones prioritarias será poco apreciable, por la distancia mayor a 22 km en que se ubica la frontera más cercana.

Las regiones RHP-80, RMP-52, que se ubican dentro del SAR con un área pequeña cercana al lindero del polígono del SAR su incidencia es pequeña, y el impacto será mínimo.

La región RMP-52 Delta del río Coatzacoalcos (Mapa 3.4), se ubica dentro del SAR en aproximadamente 40%, en la porción central y oeste, y parcialmente en 15% dentro de la ZEE, en su porción sur oeste. Los proyectos que se desarrollen dentro del SAR en la porción centro oeste y en la ZEE en la porción sur oeste, deberán cuidar que el impacto al ambiente por las descargas de agua



residual tratada y pluvial hacia el río, dada la importancia por la diversidad de organismos que habitan esta región marina. Asimismo, la ZEEF que descargará aguas tratadas al río Coatzacoalcos deberá vigilar el cumplimiento normativo (NOM-001-SEMARNAT-1996 y el uso eficiente del agua, Artículo 53 del Reglamento de la LAN).

Cumplimiento de la normatividad general

Referente a las leyes y normas dentro del marco ambiental, se considera lo estipulado en la sección 1.2.7 de la tarea 1 de esta evaluación, en donde se establecen las obligaciones y alcances del proyecto, con base en el polígono del SAR, de la ZEE y de la ZEEF. De manera general, se deberán cubrir los siguientes requerimientos ambientales:

- Manifestación de Impacto Ambiental Regional por el cambio de uso de suelo dentro de la ZEE (Artículo 28 de la LGEEPA; Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).
- Estudio Técnico Justificativo en 201.0 ha, en áreas destinadas al aprovechamiento pecuario e industrial (POER) por el desmonte que se requiere para el proyecto de la ZEEF en la primera etapa, que sustente que se respetará el equilibrio ecológico por implementación de actividades de mitigación de impactos que le competen al gobierno federal (Artículo 177 LGDFS).
- El manejo de residuos peligrosos se hará sujeto a un Plan de Manejo conforme lo establece el Artículo 31 de la LGPGIR.

Respecto al cumplimiento del orden estatal, se deberá dar observancia al manejo integral de residuos sólidos de manejo especial, de acuerdo con el Artículo 7, fracción V, de la Ley Estatal de Protección Ambiental. Las fuentes fijas de competencia estatal que emitan o puedan emitir gases, partículas contaminantes sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán Licencia Ambiental de Funcionamiento de acuerdo con el Artículo 134 de la Ley Estatal de Protección Ambiental.

Las Normas Oficiales Mexicanas, que deberá cumplir la ZEE y ZEEF, durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento, se presentan en el siguiente cuadro.

Etapas del proyecto donde la norma es aplicable: 1. Preparación del sitio; 2. Construcción; 3. Operación.

NORMA	CONCEPTO NORMADO	ETAPA APLICABLE
VIDA SILVESTRE		
NOM-016-SEMARNAT-2013	Que regula fitosanitariamente la importación de madera aserrada nueva	1
NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar	1,3
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su	1



NORMA	CONCEPTO NORMADO	ETAPA APLICABLE
	inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo	
NOM-126-SEMARNAT-2000	Especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional	1
NOM-144-SEMARNAT-2015	Que establece las medidas fitosanitarias y los requisitos de la marca reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías	3
AGUA		
NOM-001-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	3
NOM-002-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	3
NOM-003-SEMARNAT-1997	Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público	3
LODOS Y BIOSÓLIDOS		
NOM-004-SEMARNAT-2002	Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final	3
EMISIONES FUENTES FIJAS		
NOM-043-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas	3
NOM-085-SEMARNAT-2011	Contaminación atmosférica - niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición	3
NOM-105-SEMARNAT-1996	Niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa.	3
EMISIONES FUENTES MÓVILES		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	1,2,3
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	1,2,3



NORMA	CONCEPTO NORMADO	ETAPA APLICABLE
NOM-048-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible	1,2,3
NOM-050-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible	1,2,3
RESIDUOS PELIGROSOS		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	3
NOM-053-SEMARNAT-1993	Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	3
NOM-054-SEMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993	3
NOM-055-SEMARNAT-2003	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinaran para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados	1,2,3
RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS		
NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-clasificación y especificaciones de manejo	1,2,3
RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL		
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo	1,2,3
SUELO		
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	1,2,3
RUIDO		
NOM-080-SEMARNAT-1994	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	3
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	3
CONAGUA		



NORMA	CONCEPTO NORMADO	ETAPA APLICABLE
NOM-007-CONAGUA-1997	Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua	2
SUELO		
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	1,2,3

Cuadro 3.10 Normas Oficiales Mexicanas aplicables para la ZZE Coatzacoalcos en las etapas de preparación, construcción y operación

Fuente: Elaborado por Social Value Institute

En la tarea 4 de esta evaluación se detalla cómo se dará cumplimiento al marco legal en materia ambiental.



3.2 RELACIÓN DE LOS ORDENAMIENTOS SOBRE EL USO DE SUELO EN LOS TERRENOS DONDE SE PRETENDA ASENTAR LA ZONA CON LOS CRITERIOS APLICABLES AL SITIO RESPECTIVO

3.2.1 OET APLICABLES A LA ZONA DE ESTUDIO

En el siguiente cuadro se describen los ordenamientos sobre el uso del suelo en el área que comprenden el SAR, la ZEE y la ZEEF.

Ámbito	Instrumento Jurídico	Vinculación
Ambiental	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) (7/Sep./2012)	Para el Área de Influencia Regional el POEGT establece la Unidad Ambiental Básica (UAB) 134, Llanura Costera del Golfo, la que comprende el SAR de la ZEE. La política ambiental de esta UAB, es Restauración y Aprovechamiento Sustentable. Establece estrategias en relación con la ZEE, que son concordantes con el proyecto. Estas son las siguientes: 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). 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.
Ambiental	Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POER).	Conforme al POER los terrenos que integran el polígono de la ZEE se ubican en las UGAs No. 1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16 y 17; teniendo restricciones de uso industrial, las UGAs 11, 12, 13 y 16, La distribución de las zonas industriales futuras, deben considerar estas restricciones. Para el polígono de la ZEEF, aplican las UGAs No. 5, 7, 11 y 13. Aprovechamiento Pecuario, Aprovechamiento Industrial, Protección de Espacio Natural Terrestre y Restauración de Flora, respectivamente; teniendo restricciones para uso industrial las UGAs 11 y 13. La distribución de las zonas industriales futuras, deben considerar estas restricciones. Cabe mencionar que el plan maestro actual de la ZEEF no considera la distribución de plantas industriales en las UGAs 11 y 13.
Uso del suelo Urbano	Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatán del Sureste, (POU) (2005)	De acuerdo con la CARTA SINTESIS Clave E-00b, de la Actualización del POU, publicado en la Gaceta Oficial No. 105 del Estado de Veracruz, de fecha 27 de mayo de 2005, el polígono federal de la ZEE Coatzacoalcos, cuenta con usos de suelo de reserva industrial (la mayor parte) y una porción menor es reserva ecológica productiva. En la ZEE se presenta cuerpos de agua (zona sujeta a inundación) tanto en la porción norte y sur, así como en la presa La Cangrejera ubicada al noreste del polígono.

Cuadro 3.11 Ordenamientos sobre el uso del suelo en el área que comprenden el SAR, la ZEE y la ZEEF

Fuente: Elaborado por Social Value Institute



Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El SAR, la ZEE y la ZEEF, se ubican en la Unidad Ambiental Básica (UAB) 134, del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (7/sep/2012), con una extensión de 16,357.97 km². La UAB 134, Llanura Costera del Golfo, tiene como política ambiental, la restauración y el aprovechamiento sustentable. Establece estrategias en relación con la ZEE, que son concordantes con el proyecto (Figura 3.8).

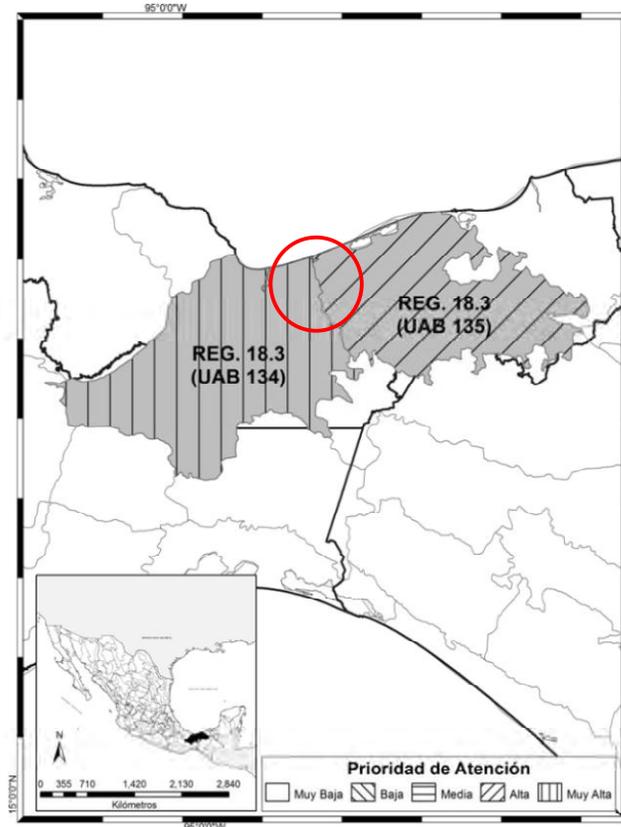


Figura 3.8 UAB 134 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio correspondiente al SAR (aproximación de la ubicación del SAR marcado en color rojo) de la ZEE
Fuente: POEGT, SEMARNAT

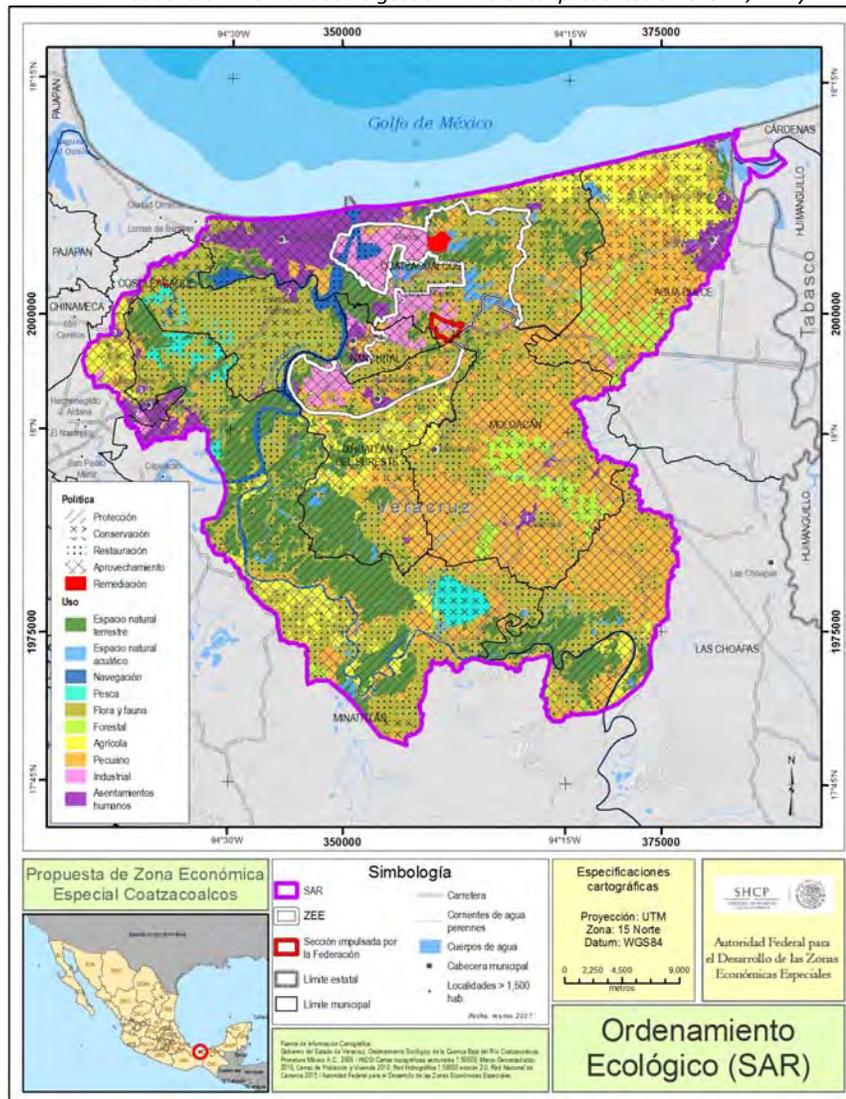
Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POER) en la ZEE y ZEEF

La cuenca baja del río Coatzacoalcos cuenta con un ordenamiento ecológico regional decretado en el año 2006 (POER), por lo que todo desarrollo que se quiera impulsar en esta región deberá considerar las políticas ecológicas, usos del suelo y criterios de regulación ecológica que regulan el área de interés y su entorno inmediato. La forma en que el proyecto dará cumplimiento a los criterios de este programa se describe en el anexo 3.1; el programa completo se puede revisar en el anexo 3.1.1.



Área de interés	UGA aplicables POER	Políticas
SAR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17	
ZEE	1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16 y 17	
ZEEF	11, 12, 13 y 16	Con restricciones de uso industrial
	5	aprovechamiento pecuario
	7	aprovechamiento industrial
	11	protección de espacio natural terrestre
	13	restauración de flora y fauna
	11 y 13.	Con restricciones para uso industrial

Cuadro 3.12 Unidades de gestión Ambiental presentes en el SAR, ZEE y ZEEF de Coatzacoalcos.



Mapa 3.6 UGAs del POER que se ubican en el SAR, con política y uso predominante decretado

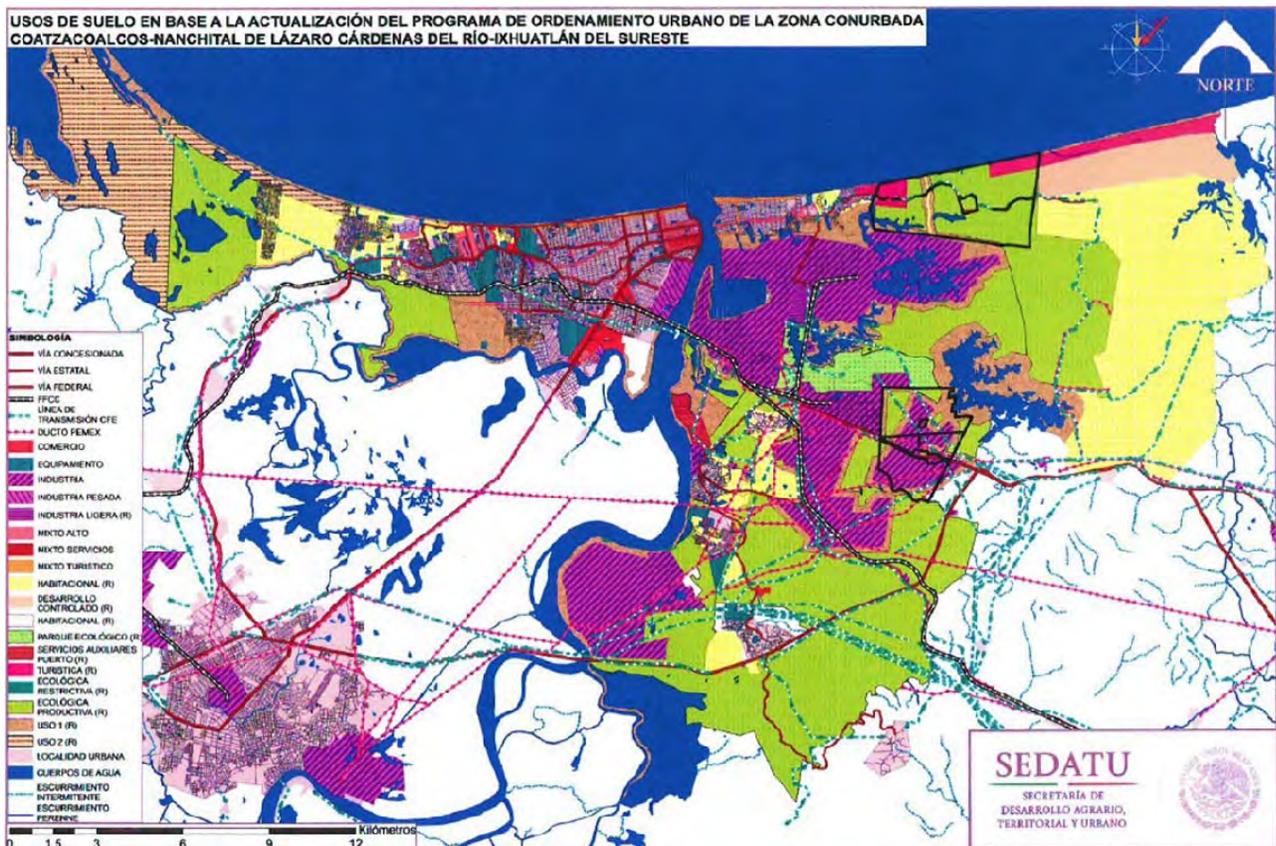
Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información de POER.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.



Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatlán del Sureste, (POU) en la ZEE y ZEEF

El POU, descrito en el Cuadro 3.11, se presenta en el Mapa 3.8. Al final del punto 3.2.2 de esta tarea se hace una comparación de las áreas industriales definidas en el POU (coloración morado del Mapa 3.3), con las que en el POER tiene restricción para uso industrial. El SAR comprende todos los usos del suelo del POU (comercio, equipamiento existente y propuesto, especial, habitacional, industria ligera y pesada, mixto) y las reservas (mancha urbana, área natural protegida, desarrollo controlado, industria, ecología productiva y restrictiva, habitacional, turística, industria ligera, servicios auxiliares al puerto, parque ecológico, donación, existentes, áreas verdes y comercial). La ZEE comprende los usos del suelo de (equipamiento existente y propuesto, habitacional, industria ligera y pesada, mixto) y las reservas (mancha urbana, desarrollo controlado, industria, ecología productiva y restrictiva, habitacional, turística, industria ligera, parque ecológico, existentes, áreas verdes y comercial). La ZEEF comprende las reservas (mancha urbana, industria, ecología productiva y restrictiva).



Mapa 3.7 Usos del suelo en el POU de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatlán del Sureste

Fuente: Elaborado por Idom consultores



3.2.2 ANÁLISIS DE LOS OET RESPECTO A LA ZEE Y SAR

- a) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012.

Como se mencionó en el apartado anterior, el SAR, la ZEE y ZEEF, se ubican en la Región Ecológica 18.3, en la unidad básica ambiental UAB 134. El POEGT establece estrategias en relación con la ZEE, que son concordantes con el proyecto. Estas son las siguientes: **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. En el siguiente cuadro se mencionan las estrategias de dicho instrumento.

Región Ecológica 18.3, UAB 134 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	
Unidad Ambiental Biofísica que la compone	134. Llanura Costera Veracruzana Sur
Localización	Porción sur oriental del estado de Veracruz y nororiental del estado de Oaxaca
Superficie (km ²)	16,357.97
Población total	1,147,597
Población indígena	Chimalapas
Estado actual del Medio Ambiente 2008	Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Medio
No presenta superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es Pecuario, Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.	
Rectores del desarrollo	Agricultura- Desarrollo Social- Ganadería
Coadyuvantes del desarrollo	Industria- PEMEX
Asociados del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna
Escenario al 2033	Crítico
Política ambiental	Restauración y aprovechamiento sustentable.
Nivel de atención prioritaria	Muy alta
Estrategias sectoriales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

. Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información del POEGT



La ZEE y ZEEF son compatibles y concordantes con el POEGT. La industria se considera un coadyuvante del desarrollo, asociado a la preservación de flora y fauna, con política ambiental de restauración y desarrollo sustentable.

a) Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POER).

Las áreas correspondientes al SAR, ZEE y ZEEF, están cubiertas por el POER y cuentan con políticas y aprovechamientos definidos. Las políticas que corresponden al SAR, ZEE y ZEEF tienen las siguientes especificaciones.

De acuerdo con el POER, la **Política de Protección** promueve la permanencia del uso actual del suelo, con la función y capacidades de carga de los ecosistemas primarios que contiene, por un periodo indefinido. Se refiere al mantenimiento total de los elementos de flora y fauna que, dado su contenido de especies, funciones, bienes y servicios ambientales que proporcionan, hacen imprescindible su preservación, para evitar su deterioro y asegurar su permanencia y con ello el beneficio económico, social y cultural de la población. Se asigna a aquellas áreas donde, por las características ecológicas de sus ecosistemas, se busca preservar los ambientes naturales, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos.

La **Política de Conservación** está dirigida a mantener y mejorar el funcionamiento de los ecosistemas en aquellas áreas con valores ecológicos y económicos representativos, donde el grado de deterioro no alcanza niveles significativos. Se propone esta política para su fortalecimiento y en caso necesario con reorientación de las actividades a fin de hacer más eficiente el uso de los recursos naturales y la protección al ambiente.

Se aplica a aquellas áreas que cumplen con una función ecológica importante. Son zonas en las que se pueden realizar ciertas actividades, limitadas a usos que permitan la preservación de las condiciones naturales y propicien la recuperación del equilibrio ambiental. Con esta política se trata de mantener la forma y función de los ecosistemas, a la vez que se utilizan los recursos existentes en la UGA. Se aplica a aquellas áreas que cumplen con una función ecológica importante.

La **Política de Restauración** está dirigida a las zonas que como resultado de las actividades productivas, el desarrollo urbano y el aprovechamiento irracional de los recursos naturales, han estado sometidas a fuertes procesos de deterioro ambiental y han sufrido cambios estructurales o funcionales en los ecosistemas, por lo que es necesario la aplicación de medidas para restituirles su valor ecológico (recuperar hábitats importantes o procesos ecológicos vitales) e incorporarlas a la producción. De esta manera, posteriormente se les podrá asignar otra política. Plantea restricciones moderadas a fuertes para el desarrollo de actividades productivas.

La **Política de Aprovechamiento** se orienta a aquellos espacios con usos productivos actuales o potenciales, áreas en condiciones aptas para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, así como aquellas que presentan características adecuadas para el desarrollo urbano, desde la perspectiva de respeto a la integridad funcional, capacidad de carga, regeneración y funciones de los ecosistemas. El criterio fundamental de esta política consiste en llevar a cabo una reorientación de la



forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, que propicie la diversificación y sustentabilidad, más que un cambio en los usos actuales del suelo, permitiéndose también los usos condicionados. Se asigna a aquellas áreas donde será permitido el uso y manejo de los recursos renovables y no renovables, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y que no impacte en forma negativa y significativamente a los procesos ecológicos de la región.

Se elaboró un mapa para analizar la vinculación del SAR (Mapa 3.6), ZEE y ZEEF (Mapa 3.9) con el POER. En el SAR, inciden 17 unidades de gestión ambiental (UGA).

Análisis del POER en el SAR

En el cuadro 3.13, se presentan las UGAs que se ubican en el SAR, con política, uso predominante, usos compatibles, usos condicionados y usos incompatibles. En este cuadro se distinguen las UGAs que tienen usos compatibles, condicionados e incompatibles. Condicionantes que deberán observarse para los diferentes proyectos que en un futuro se realicen.

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS, VER.					
Unidades de gestión ambiental presentes en el SAR de la ZEE Coatzacoalcos					
UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
1	APROVECHAMIENTO	AGRÍCOLA	Flora y fauna, forestal, pecuario	Turismo	Acuicultura, infraestructura
2	CONSERVACIÓN	AGRÍCOLA	Flora y fauna, pecuario	Forestal	Industrial
3	APROVECHAMIENTO	FORESTAL	Flora y fauna, pecuario	Agrícola	
4	CONSERVACIÓN	FORESTAL	Flora y fauna	Pecuario, agrícola, pecuario	
5	APROVECHAMIENTO	PECUARIO	Forestal, flora y fauna	Agricultura	
6	CONSERVACIÓN	PECUARIO	Flora y fauna	Forestal	
7	APROVECHAMIENTO	INDUSTRIAL			Agrícola, pecuario, flora y fauna, forestal, turismo, urbano
8	APROVECHAMIENTO	NAVEGACIÓN	Pesca	Infraestructura	Flora y fauna, turismo, urbano
9	RESTAURACIÓN	NAVEGACIÓN		PESCA	Flora y fauna, turismo, urbano
10	APROVECHAMIENTO	URBANO	Turismo	Flora y fauna, agrícola	Pecuario, forestal, minería
11	PROTECCIÓN	ESPACIO NATURAL-TERRESTRE		Turismo	Agrícola, pecuario, flora y fauna, forestal, acuicultura, industrial , minería, urbano
12	CONSERVACIÓN	FLORA Y FAUNA	Forestal	Agricultura, pecuario, minería, urbano	Industrial



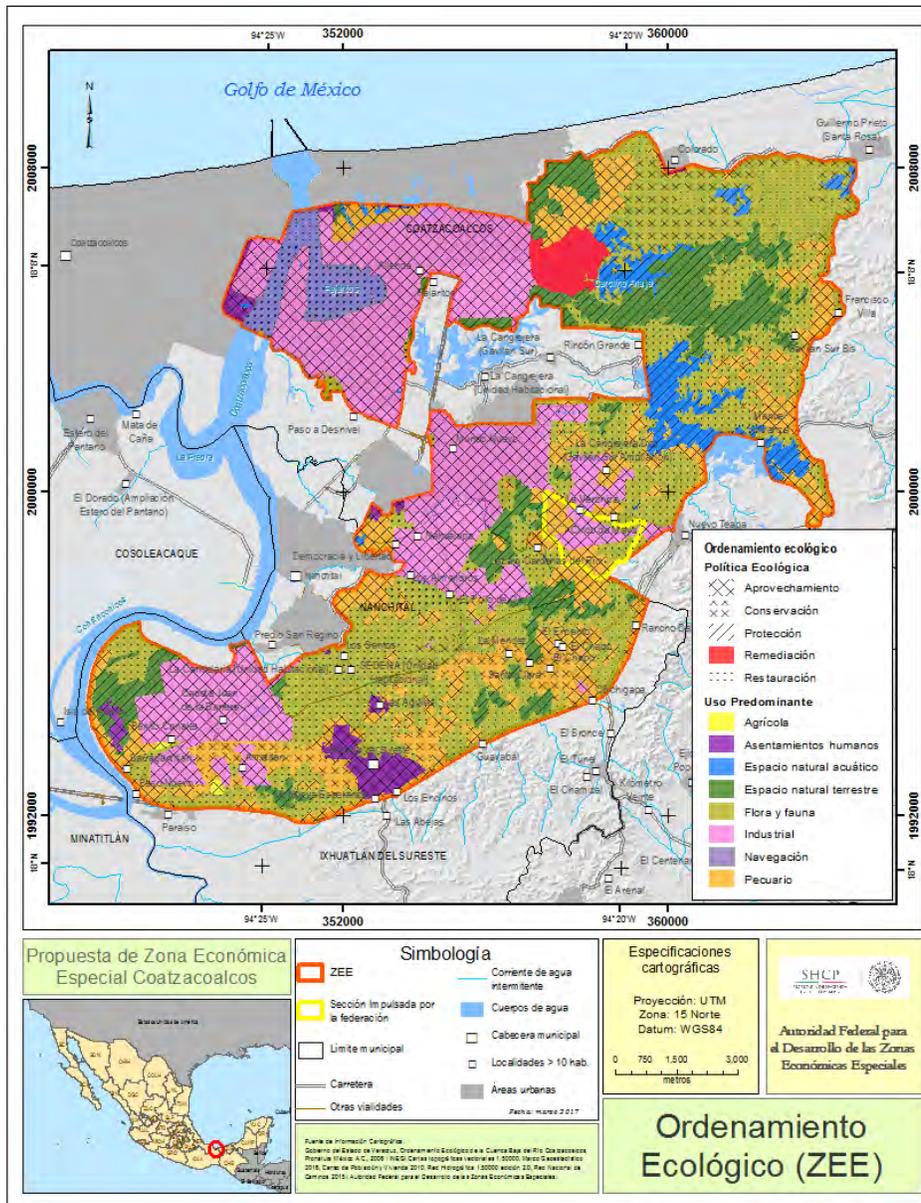
ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS, VER.					
Unidades de gestión ambiental presentes en el SAR de la ZEE Coatzacoalcos					
UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
13	RESTAURACIÓN	FLORA Y FAUNA	Turismo	Agricultura, pecuario, forestal, pesca, acuicultura, infraestructura, equipamiento	Industrial, urbano
14	CONSERVACIÓN	PESCA	Flora y fauna, turismo	Acuicultura, minería	Industrial
15	RESTAURACIÓN	PESCA	Flora y fauna, turismo	Acuicultura, minería	Industrial, urbano
16	PROTECCION	ESPACIO NATURAL ACUATICO	Flora y fauna	Pesca, acuicultura, turismo	Industrial, urbano
17	REMEDIACIÓN	INDUSTRIAL		Minería	

Cuadro 3.13 UGAs que se ubican en el SAR, correspondientes al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos.

Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información del POER

La superficie que cubre el SAR, es de 128,874.40 ha en la parte terrestre. La parte marina no está regida por este POER. Los proyectos que se pretendan instalar dentro del SAR, deberán acatar la política ecológica y los usos del suelo establecidos en este instrumento, así como los criterios de regulación ecológicos que se detallan en anexo 3.1.





Mapa 3.8. Unidades de gestión ambiental (POER con política ecológica) en la ZEE y ZEEF con política y uso predominante decretado.

Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información de POER

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

Análisis del POER en la ZEE

Dentro de la ZEE Coatzacoalcos coinciden polígonos correspondientes a 11 UGAS, los cuales se muestran en el Cuadro 3.9, donde se incluye la superficie que abarcan dentro de la ZEE, la política, uso predominante, usos compatibles, usos condicionados y usos compatibles.



ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS, VER.

Unidades de gestión ambiental presentes en la ZEE Coatzacoalcos						SUPERFICIE ZEE		SUPERFICIE INMUEBLE FEDERAL	
UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES	ha	%	ha	%
1	Aprovechamiento	Agrícola	Flf, Fo, Pec	Tu	Ac, In	15.15	0.10		
5	Aprovechamiento	Pecuario	Fo, Flf	Ag		2,056.55	14.04	101.32	36.82
6	Conservación	Pecuario	Flf	Fo		515.30	3.52		
7	Aprovechamiento	Industrial			Ag, Pe, Flf, Fo, Tu, Ur	3,976.12	27.15	99.72	36.24
9	Restauración	Navegación		Pe	Flf, Tu, Ur	411.25	2.81		
10	Aprovechamiento	Urbano	Tu	Flf, Ag	Pec, Fo, Mi	321.90	2.20		
11	Protección	Espacio natural-terrestre		Tu	Ag, Pe, Flf, Fo, Ac, In, Mi, Ur	1,631.21	11.14	1.78	0.65
12	Conservación	Flora y fauna	Fo	Ag, Pec, Mi, Ur	In	896.85	6.12		
13	Restauración	Flora y fauna	Tu	Ag, Pec, for, Pe, Ac, lf, Eq	In, Ur	3,997.39	27.09	72.37	26.30
16	Protección	Espacio natural acuático	Flf	Pe, Tu, Ac	In, Ur	596.09	4.07		
17	Remediación	Industrial		Mi		227.89	1.56		

Ac Acuacultura; Ag Agricultura; Eq Equipamiento; Flf Flora y fauna, Fo Forestal, In Industria, Mi Minería, Pec Pecuario, Pe Pesca, Tu Turismo, Ur Urbano

Cuadro 3.14 UGAs que se ubican en la ZEE, correspondientes al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos.

Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información del POER

De acuerdo con este ordenamiento, las UGAS donde se puede instalar actividad industrial son las 5, 7, y 17, aprovechamiento pecuario, industrial y remediación, con superficies de 2,056.55, 3,976.12 y 227.89 ha respectivamente. El resto deberá respetarse a los usos indicados.

El Cuadro 3.12 y la Gráfica 3.1 muestran una síntesis de las superficies, política y usos y proporción del área de cada UGA presente en la ZEE y la ZEEF.

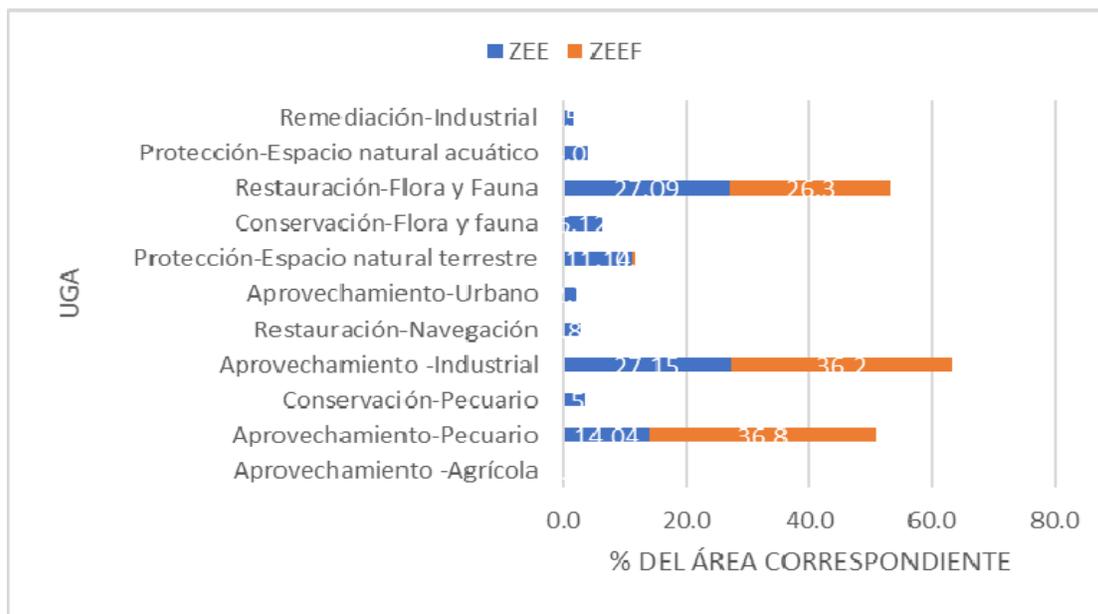
UGA ZEE	POLÍTICA ECOLÓGICA Y USO PREDOMINANTE	SUPERFICIE (ha)	% DE LA ZEE
10	Aprovechamiento - Asentamiento urbano	321.90	2.20
11	Protección - Espacio natural terrestre	1,631.21	11.14
12	Conservación - Flora y Fauna	896.85	6.12

UGA ZEE	POLÍTICA ECOLÓGICA Y USO PREDOMINANTE	SUPERFICIE (ha)	% DE LA ZEE
13	Restauración - Flora y Fauna	3,997.39	27.09
7	Aprovechamiento – Industrial	3,976.12	27.15
17	Remediación – Industrial	227.89	1.56
5	Aprovechamiento – Pecuario	2,056.55	14.04
6	Conservación – Pecuario	515.30	3.52
1	Aprovechamiento – Agrícola	15.15	0.10
16	Protección - Espacio natural acuático	596.09	4.07
9	Restauración – Navegación	411.25	2.81
	Total	14,645.69	100

UGA ZEEF	POLÍTICA ECOLÓGICA Y USO PREDOMINANTE	SUPERFICIE (HA)	% DE LA ZEEF
7	Aprovechamiento Industrial	99.72	36.24
5	Aprovechamiento Pecuario	101.32	36.82
13	Restauración Flora y Fauna	72.37	26.30
11	Protección Espacio natural terrestre	1.78	0.65
	Total	275.19	100.00

Cuadro 3.15 Síntesis de la superficie y proporción de las UGA presentes en la ZEE y la ZEEF.

Fuente: Elaborado por Social Value Institute



Gráfica 3.1 Proporción del territorio de la ZEE y la ZEEF por UGA

Fuente: Elaborado por Social Value Institute

En la gráfica 3.1, se observa que la mayor superficie en la ZEE, se reserva para aprovechamiento industrial seguido de restauración de flora y fauna y aprovechamiento pecuario, con valores de 27.15%, 27.09 % y 14.04%, respectivamente.



Análisis del POER en la ZEEF

Dentro de la ZEEF Coatzacoalcos coinciden polígonos correspondientes a 4 UGAS, los cuales se muestran en el Cuadro 3.15, donde se incluye la política, uso predominante, usos incompatibles, usos condicionados, usos compatibles y criterios de regulación ecológica, descritos en el anexo 3.1. En el mapa 3.10, se muestra la posición y extensión de estas unidades de gestión ambiental.

En la gráfica 3.1, se observa que la mayor superficie en la ZEEF, se reserva para aprovechamiento pecuario, seguido de aprovechamiento industrial y restauración de flora y fauna, con valores de 36.82%, 36.24 % y 26.30 %, respectivamente.

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS, VER.					
UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL PRESENTES EN LA ZEEF COATZACOALCOS					
UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
5	APROVECHAMIENTO	PECUARIO	FORESTAL, FLORA Y FAUNA	AGRICULTURA	
CRITERIOS APLICABLES					
(Tu) 1, 2, 3, 4, 5, (Mi) 3, 4, 5, (Ah) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 33, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, (C) 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, (Eq) 1, 2, 3, 4, 7, 12, (If) 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, (In) 1, 11, 15, 19, (Ff) 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, (Mae) 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 33, 34, 35, 38, 41, 42, (Ag) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, (P) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, (F) 6, 7, 9, 10, 13, 14, (Pe) 2, 5, 6, 7, (Ac) 3, 4, 5,					
7	APROVECHAMIENTO	INDUSTRIAL			AGRÍCOLA, PECUARIO, FLORA Y FAUNA, FORESTAL, TURISMO, URBANO
CRITERIOS APLICABLES					
Mi 3, 4, 5, Ah 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, C 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, Eq 1, 2, 4, 5, 6, 7, 12, If 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, In 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, Ff 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, Mae 1, 25, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 41, 42, Pe 1, 2, 5, 6, 7, 10, Ac 3, 4, 5					
11	PROTECCIÓN	ESPACIO NATURAL- TERRESTRE		TURISMO	AGRÍCOLA, PECUARIO, FLORA Y FAUNA, FORESTAL, ACUACULTURA, INDUSTRIAL, MINERÍA, URBANO
CRITERIOS APLICABLES					
Tu 1, 2, 3, 4, 5, 7, Mi 1, 2, 4, 5, Ah 3, 5, 6, 8, 9, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46 C 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, Eq 1, 2, 4, 7, 12, If 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, In 1, 11, 15, 19, Ff 1, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, Mae 1, 7, 8, 9, 17, 18, 20, 26, 27, 28, 32, 35, 41, 42					
13	RESTAURACIÓN	FLORA Y FAUNA	TURISMO	AGRICULTURA, PECUARIO, FORESTAL, PESCA, ACUACULTURA, INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO	INDUSTRIAL, URBANO



ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS, VER.					
UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL PRESENTES EN LA ZEEF COATZACOALCOS					
UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
CRITERIOS APLICABLES					
<p>Tu 1, 2, 4, 5, 7, Mi 3, 4, 5, Ah 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 33, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, C 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, Eq 1, 2, 3, 4, 7, 10, 11, 12, If 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, In 1, 11, 15, 18, 19, Ff 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29</p> <p>Mae 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, Ag 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, P 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, F 6, 9, 10, 14, 15, Pe 1, 2, 5, 6, 7, 10, Ac 3, 4, 5</p>					

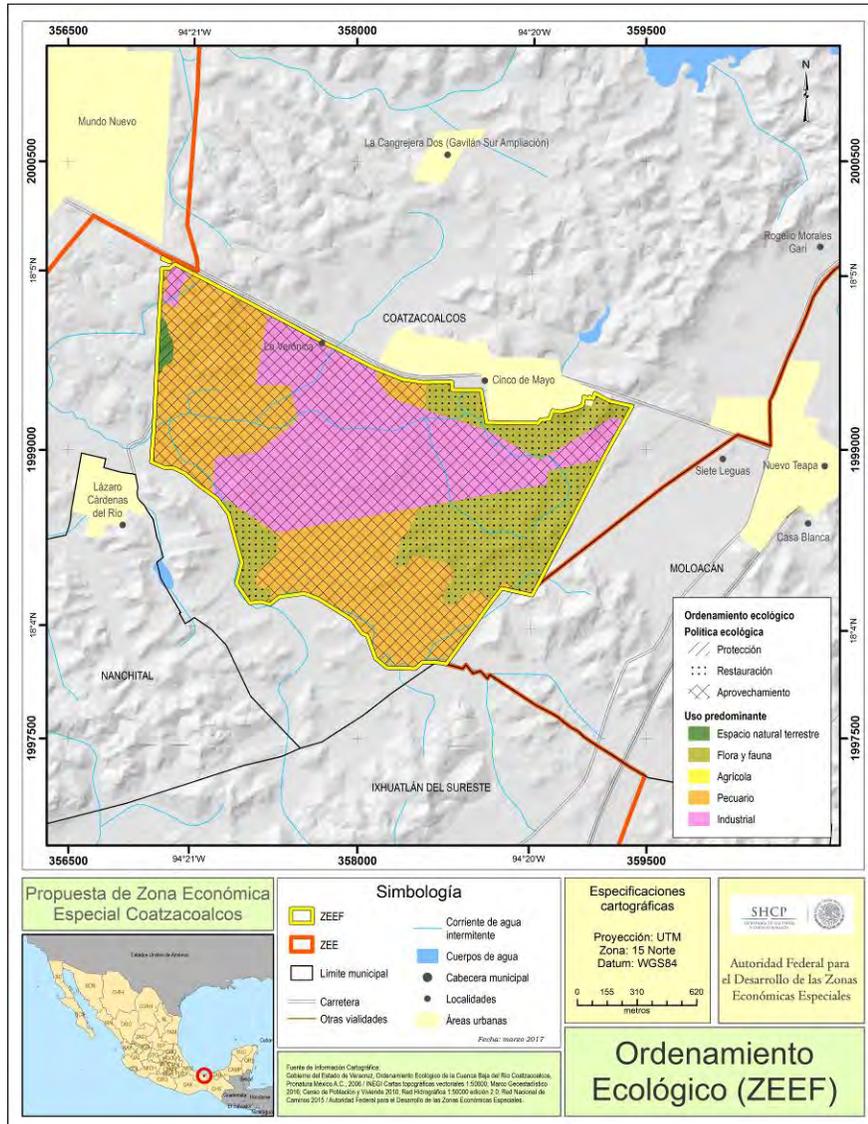
Gráfica 3.2 UGAs que se ubican en la ZEEF, correspondientes al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos.

Fuente: Elaborado por Social Value Institute con información del POER

De acuerdo con esta evaluación, en la ZEEF, hay dos unidades de gestión ambiental en las que el uso industrial es incompatible (UGA 11 y 13), las cuales en conjunto abarcan una superficie de 74.07 ha. En el resto de la ZEE el uso industrial es compatible o no se identifica como condicionado, UGAs (5 y 7) que en conjunto abarcan 201.04 ha; el total de la superficie analizada para la ZEEF es de 275.19 ha. De acuerdo con este ordenamiento, las UGAs donde se puede instalar actividad industrial son las 5 y 7, aprovechamiento pecuario, industrial, con superficies de 101.32 y 99.72 ha respectivamente. El pre plan maestro está planteado de tal forma que no haya desarrollo industrial donde las UGAs no lo permiten en el polígono. Debe resaltarse que en el mismo polígono de la ZEEF donde se ubican las UGAs 5 y 7, con aptitud para uso industrial, también existen terrenos que en conjunto ocupan de 26.95 % de la ZEEF, en los que se promueve la Protección (0.65 %) y la Restauración (26.30 %), cada uno de ellos con diferentes formas de uso del suelo, pero finalmente destinados al cuidado del ambiente por los valores ecológicos que en ellos se encuentran.

La UGA 13, con uso predominante de restauración de flora y fauna, ocupa 72.37 ha (26.3%) del área total de la ZEEF cuenta con una política ecológica encaminada a la restauración de los ecosistemas y sus servicios ambientales, aunque dentro del polígono de la ZEEF, uno de las porciones que tiene esta política está ocupada por un asentamiento humano y otra por un área agrícola completamente transformada. La otra área incompatible con el uso industrial es poco significativa por su tamaño, la UGA 11 que se decreta como UGA de protección espacio natural terrestre, conformada por una pequeña porción que se localiza en el lindero poniente de la ZEEF. Las áreas de uso incompatible, que presentan vegetación nativa son importantes para brindar servicios ambientales y en especial de paisaje a la ZEE.





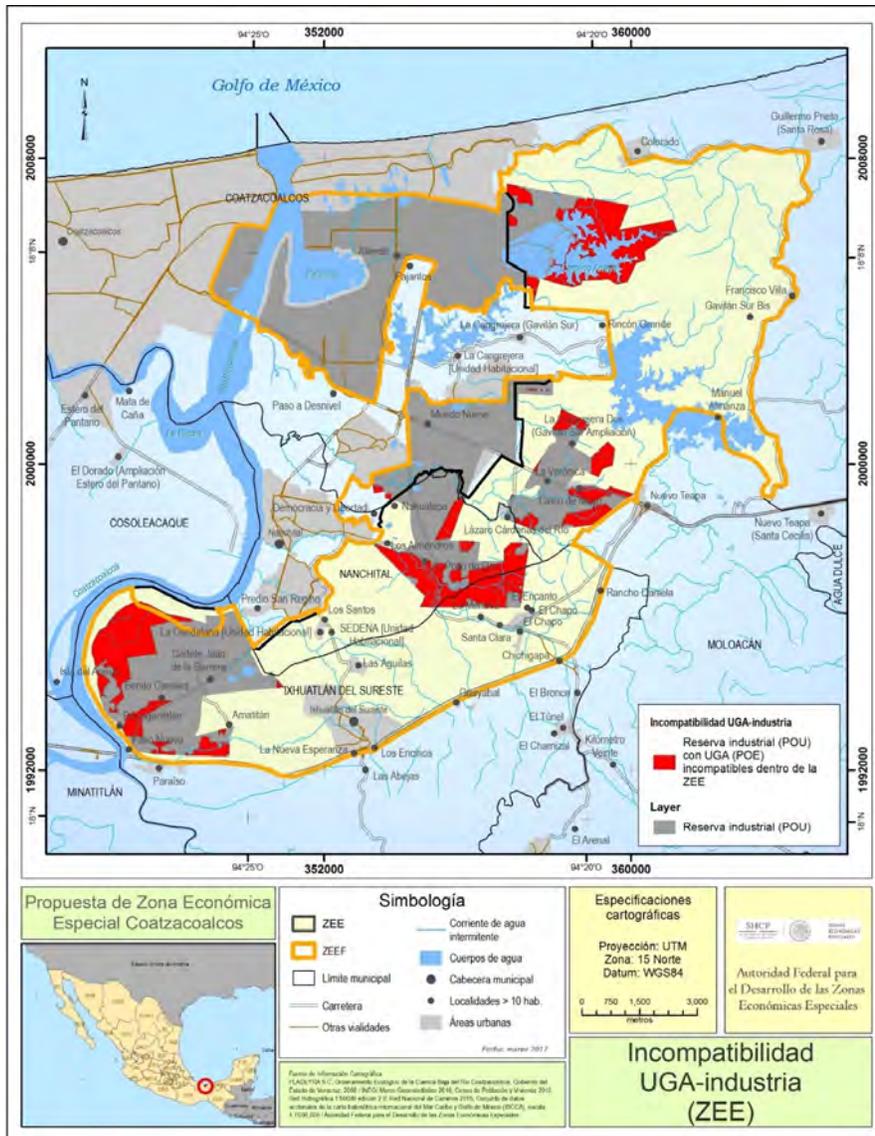
Mapa. 3.9 UGAs del POER dentro del polígono de la ZEEF Coatzacoalcos
Fuente: Elaborado por Social Value Institute con datos del POER..

La ZEEF se encuentra al sur de la carretera costera del Golfo 180, donde se instalará el Plan Maestro descrito en el punto 1.1.7 de la Tarea 1. El POER ubica dos UGAs, 5 y 7, con uso compatible para el desarrollo de infraestructura y actividades industriales con una superficie total de 201.04 ha, el resto 74.07 ha están ocupadas por las UGAs 11 y 13 con política ecológica y uso predominante para protección de espacio natural terrestre (1.78 ha), restauración de flora y fauna (72.37 ha), respectivamente. El Plan maestro para la ZEEF en sus tres etapas, respeta la política ecológica y el uso predominante establecido en el POER, estableciéndose en las UGAs 5 y 7, donde se permite el uso industrial.



Comparación de uso de suelo reserva industrial definido en el POU, con las UGAs del POER, donde el uso industrial es incompatible

En el POU se definen usos del suelo para el territorio conurbado de los municipios de Coatzacoalcos, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río e Ixhuatlán del Sureste. De acuerdo con la CARTA SINTESÍS (mapa) Clave E-00b, de la Actualización del POU, publicado en la Gaceta Oficial No. 105 del Estado de Veracruz, de fecha 27 de mayo de 2005.



Mapa. 3.10 Contraste de uso de suelo reserva industrial definido en el POU Coatzacoalcos-Nanchital-Ixhuatlán, con las UGAs del POER, donde el uso industrial es incompatible.

Fuente: Elaborado por Social Value Institute

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.



El polígono de la ZEEF Coatzacoalcos, cuenta con usos de suelo de reserva industrial (la mayor parte), reserva ecológica productiva y cuerpos de agua (zona sujeta a inundación, en la sección norte y sur del polígono y laguna sección norte al este). El instrumento no cuenta con una tabla que precise el tamaño de las áreas con usos del suelo definidos en él.

En la actualización del Programa de Ordenamiento se señalan las reservas requeridas para el desarrollo de la zona urbana, así como las reservas de suelo destinadas a la industria y a la producción agrícola. Se plantea una imagen objetivo de ciudad al año 2020 como a continuación se señala.

En las reservas industriales este Programa promueve la utilización de las áreas con vocación industrial, identificadas en la conurbación para la instalación de industria mayor y de proceso, de servicios a la industria, así como para el desarrollo de los proyectos de almacenamiento estratégico de hidrocarburos de PEMEX en domos salinos localizados en el área de Tuzandépetl en el municipio de Ixhuatlán del Sureste (184). En la zona conurbada, se ha desarrollado una infraestructura industrial de importancia, así como condiciones de desarrollo urbano que la hacen sujeto de inversión industrial, comercial y turística. Las acciones de este Plan son necesarias considerando que en la margen derecha del río Coatzacoalcos. Se encuentra una de las más importantes concentraciones industriales del país en la rama petroquímica (395). Plantean que alrededor de las instalaciones industriales se encuentran asentamientos humanos y áreas de valor ecológico que es necesario proteger mediante políticas de desarrollo urbano y regulación del uso del suelo.

En las reservas ecológicas productivas se plantea la conservación de las zonas de valor ecológico, e impulsar la conformación de zonas arboladas y espacios abiertos en toda el área urbana e industrial y su entorno (185). Esta reserva tiene como finalidad de constituir un área que envuelva la ciudad, en la cual el medio natural contrarreste los efectos negativos implícitos en el desarrollo urbano. Y son para asegurar las actividades ecológicas y agropecuarias. “Los usos agropecuarios continuarán siendo desempeñados por los propietarios en sus predios sin permitirse los usos urbanos hasta que exista un acuerdo producto de un consenso del H. Ayuntamiento y el Gobierno del Estado con la finalidad de realizar un estudio específico para cada caso” (401).

La reserva ecológica con carácter restrictivo, establece una serie de acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos generadores del medio natural. En la CARTA SINTESIS Clave E-00b, se establecen como reserva ecológica restrictiva, el Sistema Lagunar Pajaritos y La Cangrejera, parque ecológico Jaguarundi y franjas en los linderos de la zona industrial o reserva industrial y en los cuerpos de agua. De acuerdo con la Carta de SEDATU del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatlán del Sureste, la franja incluye alrededor del área de reserva industrial

En el mapa 3.11, se observa la sobreposición de las UGAs definidas en el POER en el mapa del POU, dentro de la ZEE. **No coinciden**, la zona en rojo representa la reserva industrial del POU donde el POER ubica UGAs incompatibles con uso industrial.

En la margen derecha del río Coatzacoalcos y en la ZEE, el POU ubica 3,208 ha de reserva industrial, en la ZEE, de las cuales 1,897 ha se ubican en zona compatible con la política ecológica y el uso



predominante del POER, donde se permite el uso industrial; y 1,311 ha se ubican en zonas incompatible de acuerdo al POER.

Los proyectos de la ZEE y ZEEF están alineados con las políticas establecidas para el uso del suelo y políticas ecológicas establecidas en los POEGT y POER analizados. En el caso del POU el proyecto está en revisión por el Gobierno del Estado para la aplicación de las medidas previstas por el mismo.

De acuerdo con los resultados del contraste de uso de suelo de reserva industrial definido en el POU Coatzacoalcos-Nanchital-Ixhuatlán, con las UGAs del POER, donde el uso industrial es incompatible (Mapa 3.11), es necesario que se realice un estudio, para que el POER y el POU se reformulen y se actualicen, para dar mayor certeza al desarrollo de la ZEE, actualmente la compatibilidad del proyecto está en proceso de revisión con la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Veracruz con la finalidad de adecuar el proyecto a las restricciones de los ordenamientos que lo deberán regir.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES INVOLUCRADOS O SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO, USO O AFECTACIÓN PARA EL DESARROLLO Y OPERACIÓN DE LA ZONA

El territorio sobre el que se pretende establecer la zona, se caracteriza por complejas interacciones bajo condiciones de una planicie costera con un sistema de humedales interactuando con un territorio fuertemente antropizado por actividades petroleras y con industrias asociadas a la petroquímica, con todos los pasivos ambientales que estas actividades han introducido al sistema natural y social.

La caracterización y evaluación de estos atributos se basó fundamentalmente en la información aportada en los estudios elaborados por el Gobierno del Estado de Veracruz con apoyo de Pemex para los dos procesos de ordenamiento ecológico realizados en la cuenca baja del río Coatzacoalcos (Gobierno de Veracruz-Pladeyra, 1998 y Gobierno de Veracruz-Pronatura, 2008) ya que en ambos se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva y se analizaron todas las variables relacionadas con el medio ambiente y los impactos de las actividades humanas en esta región del sur de Veracruz, así como una revisión de la bibliografía más reciente y accesible para esta zona. Aunado a esto se llevó a cabo verificación de lo reportado mediante trabajo de campo, entrevistas a actores sociales y gubernamentales. El resumen de esta revisión se puede consultar en el Anexos 3.2 y 3.2b, la cual se hizo con base en un polígono de mayor tamaño denominado Sistema Ambiental Regional de Influencia Indirecta con la finalidad de entender de forma integral los procesos que se dan más allá del SAR de la ZEE.

A continuación, se describen los componentes físico-biológicos para la zona de influencia directa del proyecto conformada por las microcuencas de Coatzacoalcos y Agua Dulce denominada SAR y, en los casos requeridos por su relevancia, se hacen acercamientos a mayor detalle en la ZEE y en la ZEEF.

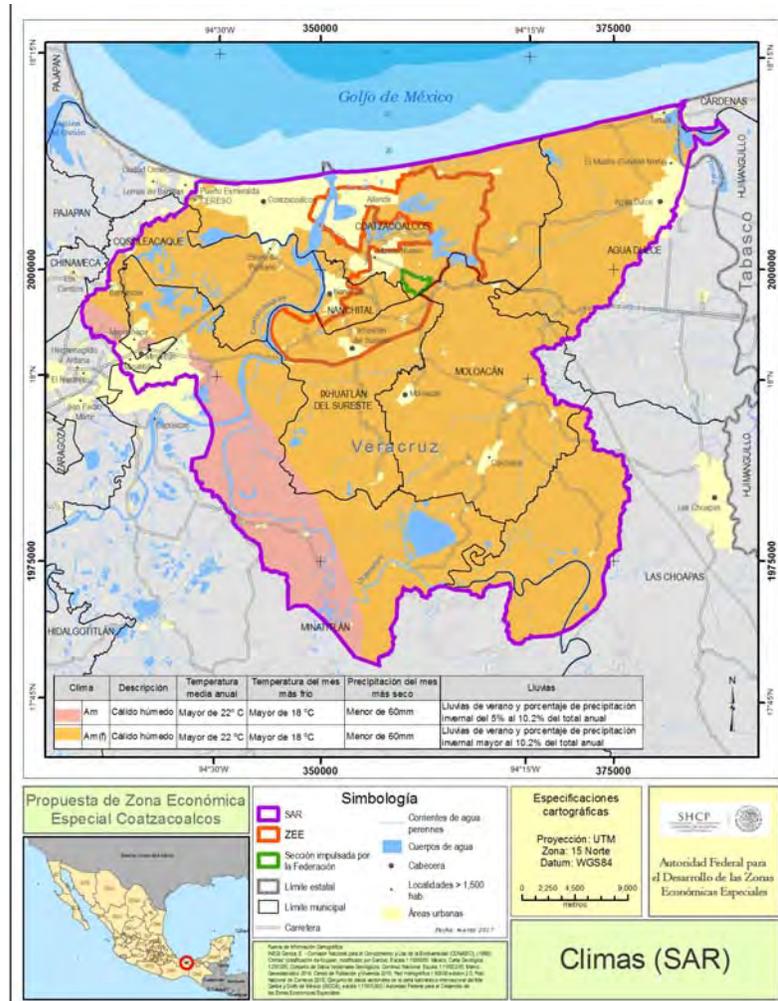


3.3.1 FACTORES ABIÓTICOS

a) *Clima*

El mapa 3.12 se muestran los climas predominantes en el Sistema Ambiental Regional de la ZEE. La mayor parte del territorio se caracteriza por un clima cálido húmedo de tipo Am(f) que se localiza en altitudes inferiores de 100 y hasta 1,000 m s.n.m., con abundantes lluvias en verano y una precipitación invernal mayor de 10.2% del total anual.

El resto del área hacia el occidente presenta clima cálido húmedo tipo Am el cual se localiza en altitudes inferiores a 100 y hasta los 1,200 m s.n.m., con abundantes lluvias de verano, y una precipitación invernal entre 5 y 10.2% del total anual. Tanto la ZEE como la ZEEF tiene clima Am(f) en la totalidad de sus territorios.



Mapa. 3.11 Climas en el SAR ZEE

Fuente: Elaborado por Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.



En cuanto a los sistemas de circulación atmosférica cabe resaltar que en el dominio de la zona de estudio (SAR) se alternan dos tipos de masas de aire: la tropical, primordialmente en el verano, y la polar, con incursiones frecuentes durante el invierno. Existen períodos de transición en el que estas masas de aire se van alternando, y en ocasiones no hay una situación bien definida. El resultado es que alrededor de Coatzacoalcos se localiza la zona más lluviosa, más cálida y con las temperaturas menos extremosas de todo el estado de Veracruz. El efecto combinado de la orografía y las diversas formas de la circulación tropical hacen que para esta región la lluvia de verano (mayo-octubre) represente alrededor del 80% del total anual.

Las depresiones, tormentas y ciclones tropicales (huracanes) se forman en el Atlántico e ingresan al territorio continental después de cruzar la Península de Yucatán; tienen su frecuencia máxima entre agosto y septiembre, aunque pueden presentarse desde mayo hasta noviembre; dejan volúmenes considerables de lluvia en la vertiente del Golfo; su máxima ocurrencia es en septiembre. Cambios climáticos recientes han favorecido la presencia de fenómenos naturales como el Huracán Stan que golpeó directamente al nor-noroeste de Coatzacoalcos, a principios del mes de octubre del 2005, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h y rachas de 150 km/h. Se desconocen los impactos sociales y económicos puntuales de estas afectaciones en Coatzacoalcos.

Tipo	Nombre	Fechas (de cercanía a Coatzacoalcos)
Tormenta tropical	Sin nombre	22-23 junio, 1960
Huracán	Abby	16-17 julio, 1960
Huracán	Hermine	23-25 septiembre, 1980
Huracán	Laurie	26-28 octubre, 1969
Tormenta tropical	Inga	7-8 noviembre, 1961
Depresión	DT 11	4-6 octubre 1999
Huracán	Stan	3-4 octubre, 2005

Cuadro 3.16 Principales huracanes y tormentas tropicales del océano Atlántico que se han acercado a Coatzacoalcos de 1960 a 2005

Fuente: Elaborado por Social Value Institute^{3,4}

Ubicación		SAR-ZEE	Afectaciones frecuencia promedio
Corriente	Municipio		
Coatzacoalcos Buena Vista Chicalco Jagüey	Minatitlán	X	2
Coatzacoalcos Correa	Texistepec		1
Coatzacoalcos Calzadas	Coatzacoalcos	X	2
Coatzacoalcos	Hidalgotitlán		2
Coatzacoalcos	Jáltipan		2
Coatzacoalcos	Cosoleacaque	X	1
Tonalá	Choapas	X	1
Coatzacoalcos	Nanchital	X	2
Coatzacoalcos Uxpanapa	Moloacán	X	1

³JÁUREGUI, E. y ZITÁCUARO, I. (1995) El impacto de los ciclones tropicales del Golfo de México, en el estado de Veracruz en La ciencia y el hombre, 21: 75-119.

⁴CNA. 2006. Subdirección General Técnica. Unidad del Servicio Meteorológico Nacional. Subgerencia de Pronóstico Meteorológico. Fecha de actualización: Enero de 2006

Elaboración: Ing. Alberto Hernández Unzón. <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/historia/historia.html>.

Ubicación		SAR-ZEE	Afectaciones frecuencia promedio
Corriente	Municipio		
Chiquito	Agua Dulce	X	2
Coatzacoalcos	Chinameca	X	1
Huazuntlán	Mecayapan		1
Coatzacoalcos	San Pedro Sotéapan		2
Coatzacoalcos	Olutla		1

Nota: La frecuencia corresponde al número de veces al año en que ocurre una inundación. Los daños sufridos no se tienen cuantificados.

*Cuadro 3.17 Municipios cuenca baja del río Coatzacoalcos que sufren inundaciones por lo menos una vez al año
Fuente: Elaborado por Social Value Institute*

Estos fenómenos (huracanes y ciclones tropicales) constituyen un peligro potencial para las áreas urbanas ubicadas en el cordón litoral. Como ejemplo, el impacto de la temporada 2005 de huracanes en el Atlántico (con 28 tormentas tropicales y 14 huracanes) registró pérdidas materiales de más de 100 mil millones de dólares y cobraron la vida de más de 2 mil personas³. Stan dejó un saldo de casi dos millones de damnificados en el sureste de México (CNA, 2006). Ante estos eventos—cuya frecuencia e intensidad se incrementa como consecuencia del cambio climático—, se ha hecho evidente que la integridad de los ecosistemas costeros reduce las posibilidades de que ocurran inundaciones graves en las tierras bajas a causa de las precipitaciones asociadas a ellos. (Cuadros 3.14 y 3.15).

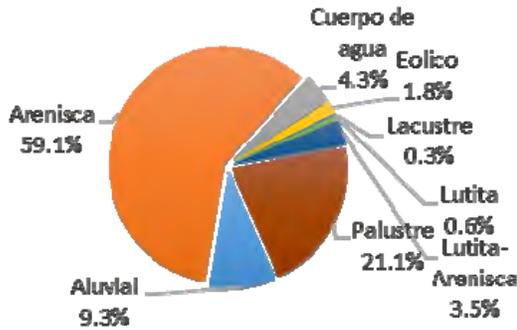
Municipio	Zonas de riesgo
Coatzacoalcos	Colonias: Pelotero, Brisa del Golfo, Zona del Pantano y Divina Providencia. Ciudad Olmeca. Ninguna de estas colonias pertenece a la ZEE y ZEEF
Minatitlán	Colonias: Playón Sur y El Palmar Calles: Amalia Riverol, Carranza, 26 de abril, Callejón Fernández, Allende y Zamora
Hidalgotitlán	Congregaciones: La Ceiba, Benito Juárez, Primero de Mayo, Progreso, Cerro Pelón, Ramos Millán, Palo Bonito, Coapiloloy, Esperanza, Garrapata, Conchal, Los Lirios, Cascabel y Carranza
Cosoleacaque	Colonias: Emiliano Zapata, 10 de mayo, Agustín Acosta Lagunes, Gustavo Díaz Ordaz, El Naranjito, Gutiérrez Barrios y México Congregación: Estero del Pantano
Agua Dulce	Colonias: El Pajalal, Puebla y El Naranjal Calles: Artículo 123, Callejón Abasolo, Callejón Puebla, Callejón Siatla, Río Frío, Callejón Zacatlán y Texmelucan
Jesús Carranza	Colonias: Cuauhtémoc, Manzana Quinta, Manzana Once y Manzana Doce
Jáltipan	Colonia: Murillo Vidal

*Cuadro 3.18 Zonas urbanas con riesgo de inundación en la cuenca baja del río Coatzacoalcos
Fuente: Elaborado por Social Value Institute*

b) Geología: Caracterización y peligros

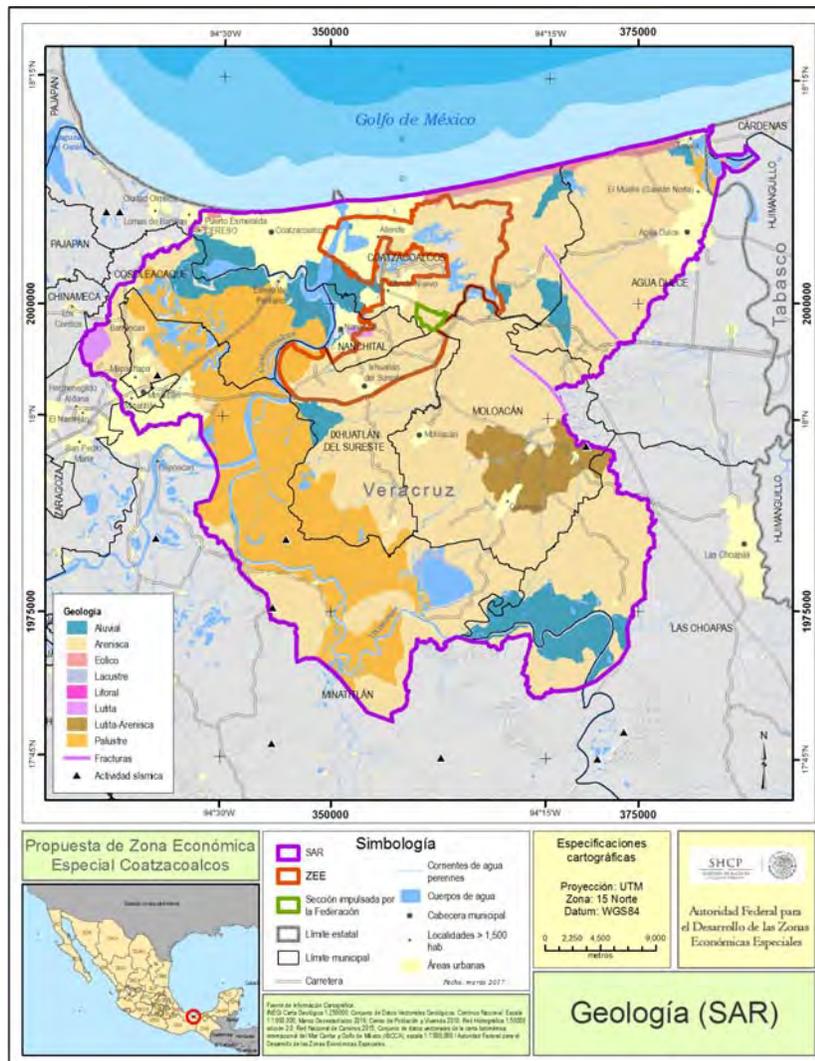
De acuerdo con la Carta Geológica de INEGI escala 1:250,000, la litología del territorio es mayormente arenisca y aluvial (Gráfica 3.3, mapa 3.13), los depósitos aluviales se asocian a las corrientes de los ríos Coatzacoalcos y Uxpanapa, ya que sus desbordamientos en las planicies de inundación aportan una gran cantidad de sedimentos.





Gráfica 3.3 Superficie (%) por tipo de rocas en el SAR ZEE
Fuente: Elaborado por Social Value Institute

Al oriente del SAR se muestran dos fracturas con los radios de amortiguamiento, los cuales no implican riesgos para la mancha urbana actual, pero si suponen una importante barrera a tener en cuenta para el crecimiento urbano; ver siguiente mapa.



Mapa. 3.12 Principales tipos de rocas, fracturas y zonas de actividad sísmica en el SAR ZEE Coatzacoalcos
Fuente: Elaborado por Social Value Institute con base en información de INEGI.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.



El siguiente cuadro muestra un comparativo de la litología característica de la ZEE y la ZEEF donde se observa la predominancia en ambas zonas de las areniscas.

Litología	ZEE	ZEEF
Aluvial	1,143.22	
Arenisca	11,588.01	275.19
Cuerpo de agua	490.74	
Eólico	127.80	
Lutita	126.01	
No aplica	576.43	
Palustre	593.49	

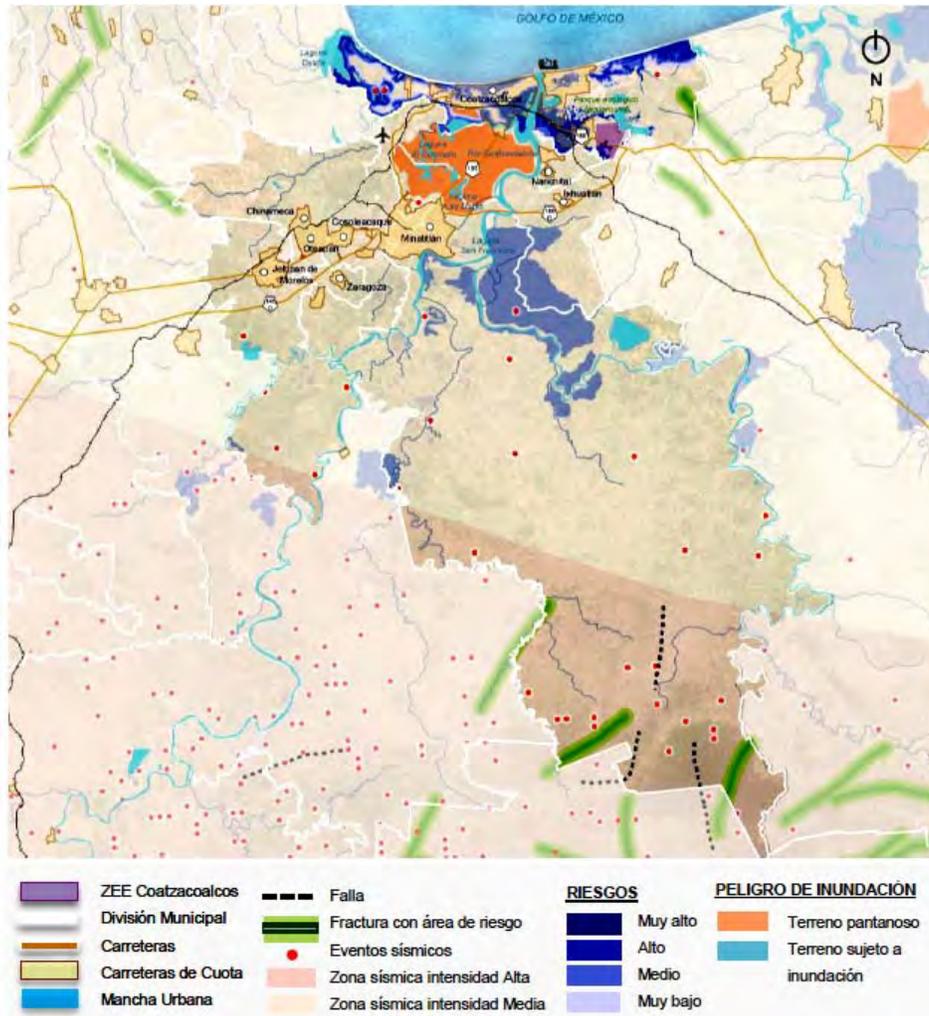
*Cuadro 3.19. Litología predominante en la ZEE y la ZEEF
Fuente: Elaborado por Social Value Institute*

De acuerdo con el estudio realizado por los Servicios de Consultoría Consistentes en la Planeación, Coordinación y Control de Zonas Económicas Especiales, así como en la Elaboración de los Estudios Complementarios (SHCP, 2016), en el SAR se identifican como los principales riesgos naturales los sismos causados por fallas y fracturas localizados en la porción oriental del SAR (municipios de Moloacán y Agua Dulce), aunque no afectan a la mancha urbana, así como los sismos cuyo epicentro puede originarse en el corredor Transísmico. Igualmente, son importantes los peligros de inundación generados por los principales ríos de categoría perenne, debido a la complejidad de la red hidrológica y la gran irrigación, los cuales se analizan en el capítulo correspondiente a Geomorfología (Mapa 3.13).

También se consultó el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Coatzacoalcos, Ver. (2011), ya que la mayor parte del territorio de la ZEEF y aproximadamente el 40% de la ZEE se localizan en este territorio, (ver siguiente mapa). Este documento plantea que la geología de este municipio está diferenciada en términos de tiempos geológicos entre el Mioceno hasta el Cuaternario principalmente, con depósitos aluviales y eólicos de ambiente costero y algunos paleosuelos. Los depósitos aluviales costeros Cuaternarios están asociados a las corrientes de los ríos Coatzacoalcos y Uxpanapa, dado que sus desbordamientos en las planicies de inundación aportan una gran cantidad de sedimentos, material cuya acumulación incrementa el peso de las capas superficiales favoreciendo un hundimiento regional. Cubren un total de 140 km², lo que significa el 29% de la extensión del territorio municipal.

En el municipio de Coatzacoalcos se identifican depósitos eólicos que forman playas y cordones litorales en playas antiguas, modeladas por la acción del viento, con énfasis en la temporada de “nortes”, lo que favorece el avance de dunas tierra adentro. El Atlas de Riesgo Naturales de Coatzacoalcos menciona que “estos depósitos pueden adentrarse en tierra firme, formando capas que cubren el relieve (plano en su mayoría) creando extensas porciones del terreno de pendientes muy bajas, menores a los 3°. El relieve costero está siendo altamente modificado por la destrucción de formas sedimentarias, tales como playas y cordones, debido a la erosión marina, lo que disminuye de forma lenta pero constante las zonas de contacto entre tierra firme y el mar, conocido como movimiento de transgresión, proceso que se puede asociar al cambio climático”. También se resalta la importancia de “mencionar que las unidades de rocas asociadas a los depósitos sedimentarios

están relacionadas con los flujos acuosos, por lo que son muy susceptibles de ser afectadas por los derrames de petróleo crudo”.



Mapa. 3.13 Riesgos naturales en el SAR

Fuente: Elaborado por el Consorcio con información cartográfica de INEGI 2010, CONABIO y Atlas de Riesgos Naturales Coahuila de Zaragoza, Veracruz

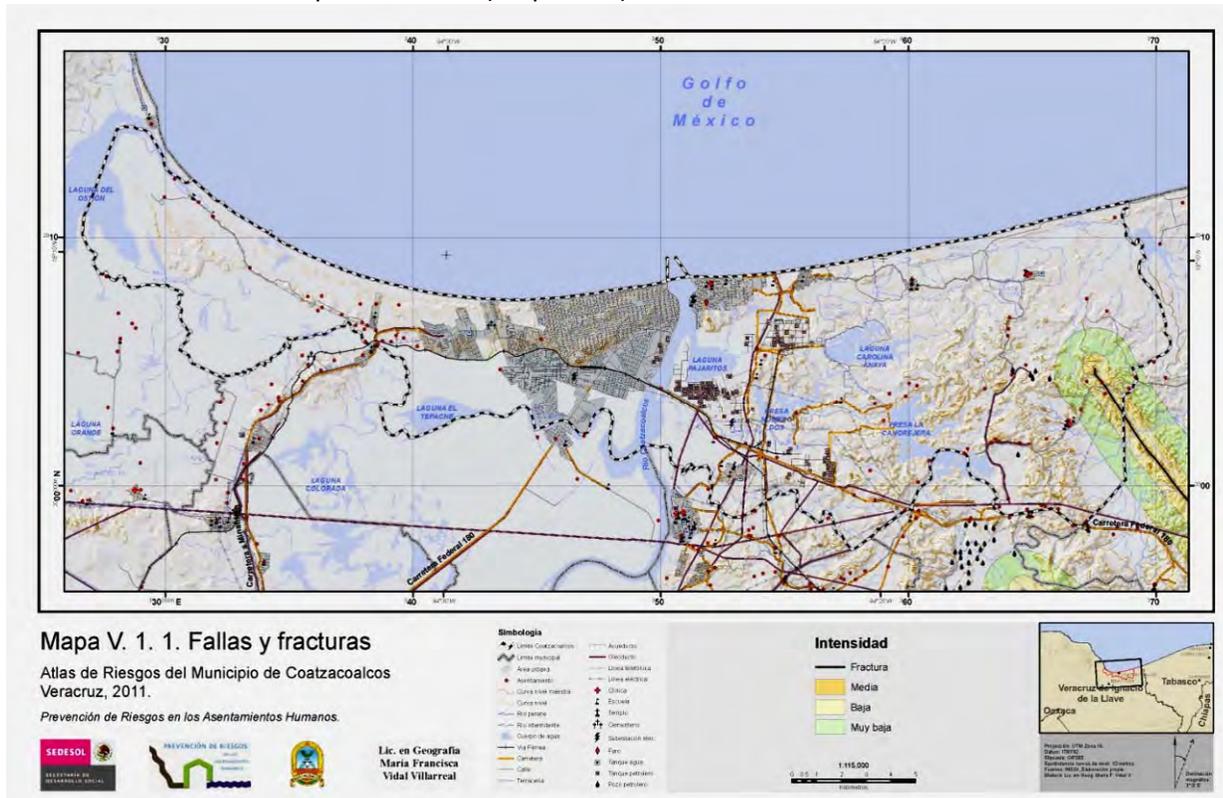
A continuación, se transcriben los principales peligros que reporta el Atlas Municipal de Riesgo de Coahuila de Zaragoza⁵ ya que en su territorio se localiza el polígono de la ZEE.

Sismicidad, fallas y fracturamientos

“En el municipio de Coahuila de Zaragoza existe una fractura definida con orientación Noroeste-Sureste, de 9.6 km de longitud. Se localiza al este del municipio en los límites con Agua Dulce, cercana a las

⁵ Sedesol. 2011. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Coahuila de Zaragoza, Veracruz, México

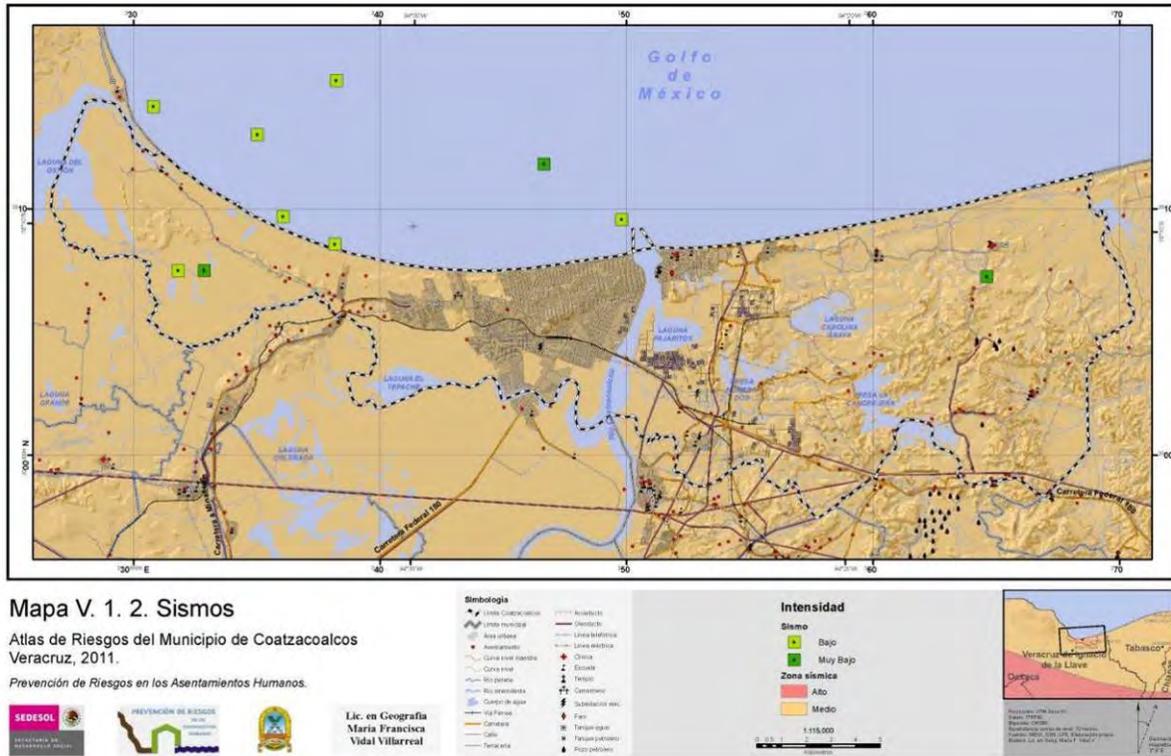
localidades La Herencia (KM 13), El Nanchal y La Florecita. No existen, sin embargo, referencias de afectaciones a infraestructura, viviendas o equipamiento urbano que denoten la influencia de la fractura sobre el terreno que atraviesa” (Mapa 3.15).



Mapa. 3.14 Fallas y fracturas en Coatzacoalcos.
Fuente: Tomado de SEDESOL, 2001.

“En la cercanía del territorio de Coatzacoalcos se han registrado sismos de poca y media profundidad, ya que el foco ha sido calculado desde los 15 hasta los 57 km, los cuales han sido de baja magnitud (menores a 4.6 grados en la escala de Richter). Por sí misma esta actividad no representa peligro para los habitantes de la región, no así el hecho, de que esta región se localiza relativamente cerca de la zona sísmica de mayor relevancia en el país, aunado a los materiales geológicos que constituyen el municipio, donde la aceleración de las ondas sísmicas, pueden alcanzar mayores velocidades en ese terreno, pudiendo llegar a ser similares al epifoco” (Mapa 3.15).





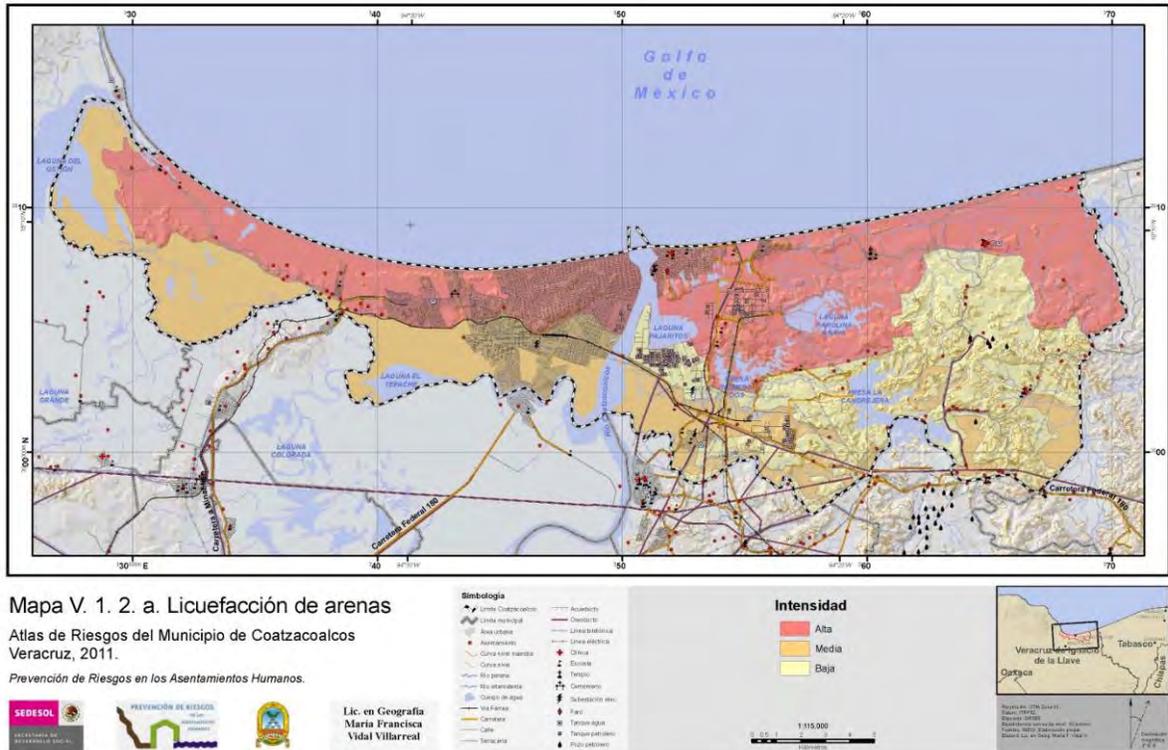
Mapa. 3.15 Sismos.
Fuente: Tomado de SEDESOL, 2001.

“Los niveles de peligro aumentan debido a la litología presente en el municipio, ya que predominan los depósitos sedimentarios jóvenes eólicos y fluviales, principalmente arenas que forman dunas costeras, los cuales resultan altamente susceptibles a ser afectados por la actividad sísmica, pues generalmente no están bien consolidados. Sin embargo, debido a la relativa cercanía entre el municipio y la zona sísmica más activa del país, relacionado al tipo de rocas predominantes sobre la cual se distribuye el territorio municipal, el fenómeno sísmico puede ser elevado a niveles medios y altos, por lo que se recomienda llevar a cabo estudios específicos para determinar la aceleración específica del terreno”.

Licuefacción de arenas

“Otro peligro identificado con relación al anterior es la licuefacción de arenas debido entre otras causas a la litología y a la poca profundidad a la que se encuentran los mantos freáticos, ya que en algunos casos el nivel al que se encuentra agua llega a ser menor a 5 metros. Las localidades ubicadas sobre los depósitos cuaternarios eólicos y fluviales, alcanzan niveles de peligro alto y medio por este fenómeno”. La ZEE se localiza en zonas de intensidad alta y baja, mientras que la ZEEF en baja (Mapa 3.16).



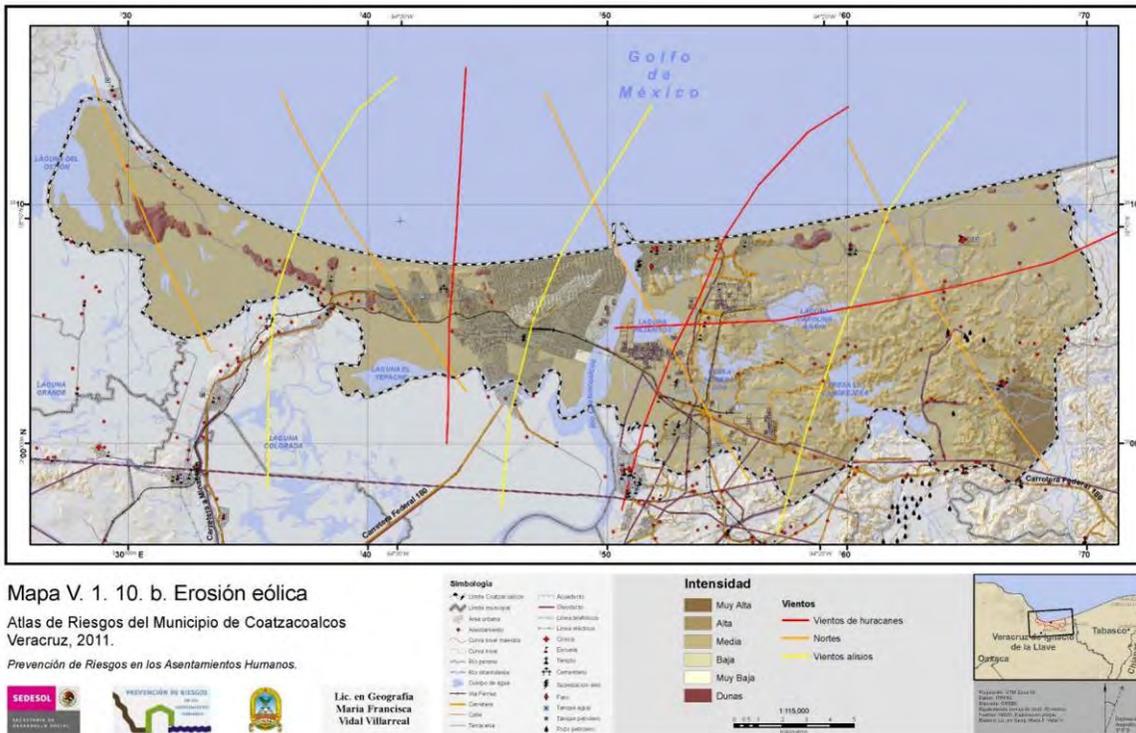


Mapa. 3.16 Peligro de licuefacción de arenas.
Fuente: Tomado de SEDESOL, 2001.

Erosión eólica

La construcción de este mapa considera un indicador a partir de las variables propuestas por SEDUE (1988), que son la precipitación, el tipo de suelo y las formas de uso de suelo y vegetación; las unidades de análisis para construir dicho indicador son las geoformas del territorio municipal.





Mapa. 3.17 Erosión eólica.
Fuente: Tomado de SEDESOL, 2001.

La ZEEF y se localizan en una zona de muy alta intensidad de erosión eólica con influencia de nortes y alisios (mapa 3.17) De acuerdo con SEDESOL (2001), "...la categoría muy alta corresponde principalmente a las dunas que presentan poca cobertura vegetal, lo que permite el continuo movimiento de materiales por acción del viento. Cabe señalar que el movimiento de estas geoformas está relacionado con la dirección de los vientos dominantes en la zona (Alisios, dirección predominante NE-S). Es importante señalar, que la zona urbana de Coatzacoalcos se localiza en la dirección en la que se mueven las dunas, sin embargo, las continuas obras de infraestructura producto del crecimiento de la zona urbana, se han desarrollado sobre estas geoformas y detenido la dinámica natural. Por su parte, las formaciones de dunas con cobertura vegetal igual o inferior al 50 %, se encuentran en la categoría de erosión alta. Esta pérdida de vegetación puede ser producto de la evolución de este tipo de geoformas, ya que el material transportado sepulta la flora existente; no obstante, también puede ser producida por el hombre.

c) Fisiografía y Geomorfología: Caracterización y peligros

Desde el punto de vista fisiográfico, el SAR se localiza en la porción baja de la Cuenca del río Coatzacoalcos. La totalidad de esta cuenca limita con las provincias de la Sierra Madre del Sur, la Sierra Atravesada de los Chimalapas o de Niltepec y la llanura Costera del Golfo Sur que comprende los estados de Veracruz y Tabasco; la primera porción de ésta abarca partes en la que los lomeríos alcanzan elevaciones hasta 150 msnm, seguida de una segunda porción plana sobre el nivel del mar,



donde se ubican el SAR, la ZEE y la ZEEF, en la cual se distinguen zonas pantanosas e inundables, ya que esta última desemboca al Golfo de México.

Estas provincias fisiográficas dividen a la cuenca del río Coatzacoalcos en tres componentes funcionales básicos:

- Cuenca Alta: Con un gradiente altitudinal que va de los 1,001 a 3,200 m s.n.m. (Sierra Atravesada con 2,250 m s.n.m., en los Chimalapas de la selva Zoque y Sierra Mixe en la Sierra Madre del Sur a 3,200 m s.n.m.).
- Cuenca Media: Con un gradiente altitudinal que va de los 151 a 1000 m s.n.m. (parte del Volcán de San Martín Pajapan con 1,658 m s.n.m. en la Sierra Volcánica de los Tuxtlas y la Llanura Costera del Golfo Sur).
- Cuenca Baja: Con un gradiente altitudinal que va de los 0 a 150 m s.n.m. (Llanura Costera del Golfo Sur). En ésta última se localizan el SAR, la ZEE y la ZEEF.

Región geomorfoedafológica	Factor de génesis y dinámica	Procesos dominantes	Geodinámica (grado de estabilidad del medio)	Factores limitantes al uso del suelo
1. Llanura Palustre Costera	procesos costeros y marinos	hidromorfismo, sedimentación (recubrimiento de suelos), lixiviación (lavado) antropogénicos (industrial)	Penestable (cuasi-estable)	salinidad de agua y suelo, acidez del suelo, deficiente infiltración, exceso de agua, sumersión permanente y efímera, contaminación
2. Llanura Palustre Fluvial	procesos fluviales de los ríos Coatzacoalcos y Uxpanapa	hidromorfismo, sedimentación (recubrimiento de suelos), lixiviación (lavado) desbordes de cauce (rompidos), inundaciones, antropogénicos (industrial)	Penestable (cuasi-estable) ligeramente estable	exceso de agua, sumersión permanente y efímera, acidez del suelo, contaminación
3. Llanuras y Planicies de Piedemonte	procesos aluviales y coluviales de ladera baja	erosión en cultivos, terracillas en potreros, compactación	Fitopenestable (cuasi-estable, bajo cubierta vegetal) ligeramente estable	Arroyada difusa y concentrada, suelos someros con propiedades resilientes, rocosidad, pedregosidad, acidez del suelo, fertilidad de corto plazo (agotamiento)
4. Lomeríos de Interfluvio (SAR ZEE)	procesos de intemperismo climático sobre material frágil	deslizamientos, soliflucción, erosión en cultivos, terracillas en potreros, compactación	Fitopenestable (cuasi-estable, bajo cubierta vegetal). Inestable en sitios localizados.	Fuerte erosión, arroyada concentrada y difusa, suelos someros con propiedades

				resilientes e irreversibles, pedregosidad, acidez del suelo, (agotamiento)
5. Lomeríos y Llanuras Fluviales	procesos fluviales y proluviales	deslizamientos, soliflucción, erosión en cultivos, terracillas en potreros, compactación	Fitopenestable (cuasi-estable, bajo cubierta vegetal). Inestable en sitios localizados	Pendientes moderadas a fuertes, suelos someros con propiedades resilientes e irreversibles, agotamiento

En la región comprendida de la cuenca baja del río Coatzacoalcos se identificaron seis grandes zonas geomorfológicas que surgen de la elaboración de Pladeyra, S.C. (1998) en el proceso de ordenamiento ecológico de la cuenca baja del río Coatzacoalcos utilizando la metodología de construcción de paisajes físico-geográficos basados en Mateo (2002a⁶ y 2002b⁷).

La importancia de contar con la delimitación de estas grandes regiones es que a su vez integran unidades geomorfoedafológicas que se diferencian entre sí por la génesis y dinámica, el tipo de material y los procesos dominantes, cuyas principales características se describen en el siguiente cuadro, incluyendo los factores limitantes al uso del suelo (elaboración: Pladeyra, 1998). Resalta el hecho de que la geodinámica de estas unidades es también un indicador de la susceptibilidad a peligros.

Región geomorfoedafológica	Factor de génesis y dinámica	Procesos dominantes	Geodinámica (grado de estabilidad del medio)	Factores limitantes al uso del suelo
1. Llanura Palustre Costera	procesos costeros y marinos	hidromorfismo, sedimentación (recubrimiento de suelos), lixiviación (lavado) antropogénicos (industrial)	Penestable (cuasi-estable)	salinidad de agua y suelo, acidez del suelo, deficiente infiltración, exceso de agua, sumersión permanente y efímera, contaminación
2. Llanura Palustre Fluvial	procesos fluviales de los ríos Coatzacoalcos y Uxpanapa	hidromorfismo, sedimentación (recubrimiento de suelos), lixiviación (lavado) desbordes de cauce (rompidos), inundaciones,	Penestable (cuasi-estable) ligeramente estable	exceso de agua, sumersión permanente y efímera, acidez del suelo, contaminación

⁶ Mateo J. M. 2002a. Planificación Ambiental. Material del curso de postgrado de la maestría en Geografía, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Ministerio de Educación, Superior, Univ. de La Habana, Cuba.

⁷ Mateo, J. M. 2002b. Geoecología del Paisaje. Instituto de Geografía-UNAM., México.



Región geomorfoedafológica	Factor de génesis y dinámica	Procesos dominantes	Geodinámica (grado de estabilidad del medio)	Factores limitantes al uso del suelo
		antropogénicos (industrial)		
3. Llanuras y Planicies de Piedemonte	procesos aluviales y coluviales de ladera baja	erosión en cultivos, terracillas en potreros, compactación	Fitopenestable (cuasi-estable, bajo cubierta vegetal) ligeramente estable	Arroyada difusa y concentrada, suelos someros con propiedades resilientes, rocosidad, pedregosidad, acidez del suelo, fertilidad de corto plazo (agotamiento)
4. Lomeríos de Interfluvio (SAR ZEE)	procesos de intemperismo climático sobre material frágil	deslizamientos, soliflucción, erosión en cultivos, terracillas en potreros, compactación	Fitopenestable (cuasi-estable, bajo cubierta vegetal). Inestable en sitios localizados.	Fuerte erosión, arroyada concentrada y difusa, suelos someros con propiedades resilientes e irreversibles, pedregosidad, acidez del suelo, (agotamiento)
5. Lomeríos y Llanuras Fluviales	procesos fluviales y proluviales	deslizamientos, soliflucción, erosión en cultivos, terracillas en potreros, compactación	Fitopenestable (cuasi-estable, bajo cubierta vegetal). Inestable en sitios localizados	Pendientes moderadas a fuertes, suelos someros con propiedades resilientes e irreversibles, agotamiento

*Cuadro 3.20 Tipo de material y procesos dominantes por región geomorfoedafológica en la Cuenca y el SAR
Fuente: Elaborado por Social Value Institute*

Como parte de este análisis es posible identificar que al SAR le corresponden 22 unidades geomorfológicas las cuales se enlistan en el siguiente cuadro.

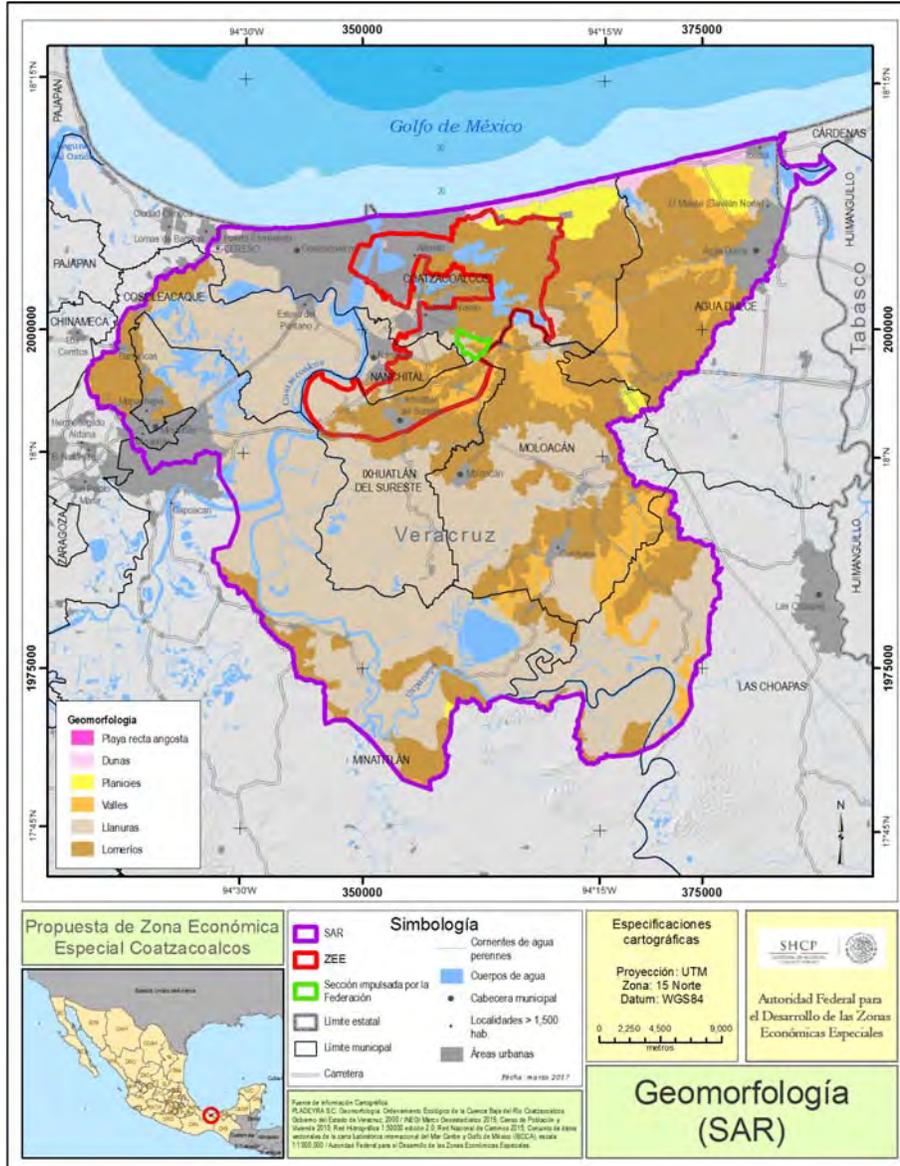
Unidades geomorfológicas SAR	
Cuerpos de agua	lomerío alto de cimas redondeadas
Dunas	lomerío alto escarpado
Llanura baja de inundación	lomerío bajo aislado
Llanura de desbordes y canales	lomerío bajo alargado
Llanura de lecho mayor y bordos naturales	lomerío bajo de cimas redondeadas
Llanura de piedemonte ondulada	lomerío bajo escarpado
Llanura de piedemonte recta	Planicie interior
Llanura lacustre	Planicie ondulada
Llanura ondulada	Playa recta angosta



Unidades geomorfológicas SAR

Llanura palustre	Valle amplio
Llanura recta inclinada	Valle angosto

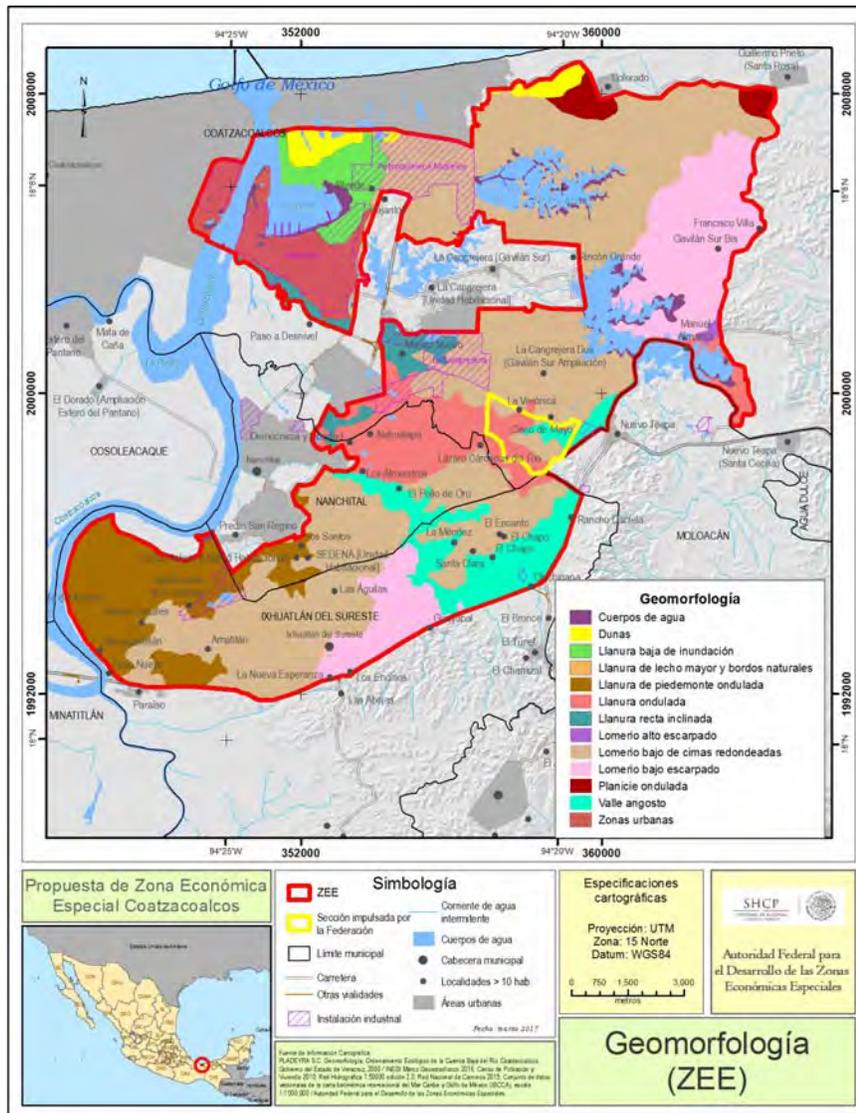
Cuadro 3.21 Unidades geomorfoedafológicas características del SAR
Fuente: Elaborado por Social Value Institute



Mapa. 3.18. Unidades geomorfoedafológicas presentes en la ZEE
Fuente: Social Value

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.





Mapa. 3.19 Unidades geomorfoedafológicas presentes en la ZEE

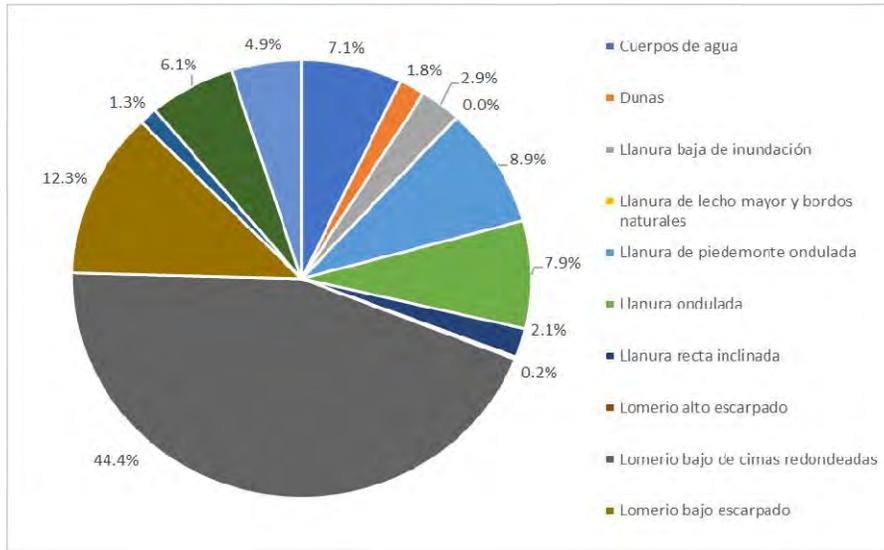
Fuente: Social Value

La superficie referida para la ZEEF es de 195.2 ha.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

Con la finalidad de evaluar con mayor detalle los posibles impactos de las obras asociadas al desarrollo de la ZEE y la ZEEF sobre estas unidades geomorfoedafológicas, se abrió una ventana de análisis en estas dos zonas (mapas 3.18 y 3.19), ubicando las unidades que pueden verse directamente afectadas, (siguiente mapa). La ZEE se localiza en la Unidad 4 Lomeríos de Interfluvio. En la ZEE identificamos nueve unidades, predominando por el área que abarcan son los lomeríos bajos de cimas redondeadas (L4) en el 44.4 % de esta área, lomeríos escarpados (L1) en 12.3 % y las llanuras onduladas (LL3) con 8.0 % de la ZEE (Gráfica 3.4). La descripción detallada de las principales unidades geomorfoedafológicas dentro de la ZEE se describen a continuación.





Gráfica 3.4 Principales unidades geomorfoedafológicas en la ZEE (% de la ZEE)
Fuente: Elaborado por Social Value Institute

La zona de los lomeríos de interfluvio donde se localizan el SAR, la ZEE y la ZEEF se caracterizan por una dinámica que es impuesta por los procesos climáticos sobre el material de origen. Está compuesta de lomeríos, valles, llanuras y planicies modeladas por el intemperismo hidrotérmico que ha generado suelos profundos arcillosos de moderada a baja fertilidad porque los procesos edafogénicos son muy dinámicos, llegándose a presentar procesos de intemperización secundaria de las arcillas. En ella se manifiesta un fuerte dominio de procesos de intemperismo climático sobre lomeríos de material sedimentario rico en sílice y muy deleznable. Por esa razón los suelos se encuentran impactados debido al uso inadecuado al que han estado sometidos. Se pueden observar procesos importantes de erosión y contaminación, además de acidez y agotamiento. La riqueza de material silicio ha dado origen a la industria del vidrio, ya que aquí se han establecido varias minas de arenas silíceas. Se trata de un medio inestable que bajo cubierta vegetal logra una sensible fitopenestabilidad, condición que no siempre se encuentra. A continuación, se describen de forma más detallada las unidades geomorfoedafológicas que se identificaron dentro de la ZEE.

Unidad	Superficie (ha)
Cuerpos de agua	1,039.18
Dunas	266.76
Llanura baja de inundación	424.51
Llanura de lecho mayor y bordos naturales	2.08
Llanura de piedemonte ondulada	1,303.87
Llanura ondulada	1,163.89
Llanura recta inclinada	314.59
Lomerío alto escarpado	26.32
Lomerío bajo de cimas redondeadas	6,504.12
Lomerío bajo escarpado	1,799.26



Unidad	Superficie (ha)
Planicie ondulada	188.66
Valle angosto	887.59

Cuadro 3.22 Unidades geomorfoedafológicas características de la ZEE

Fuente: Elaborado por Social Value Institute

Planicie ondulada (superficie de la ZEE = 188.66 ha)

Son planicies de entre 5 y 10 m de altura, se localizan al norte de Agua Dulce y alrededor de la población de Guillermo Prieto, son areniscas del Terciario muy alteradas con drenaje sub-paralelo y sub-dendrítico son planicies paralelas a la costa, se reportan suelos como cambisoles ferrálicos, se caracterizan porque son arcillosos, con manchas de hierro o acumulaciones de hierro, textura franco-arenosa o más fina, algunas de sus limitantes son la escasez de la materia orgánica y fuertes precipitaciones.

Dunas (superficie de la ZEE = 266.76 ha)

Comprende una franja amplia de acumulaciones eólico-marinas recientes y antiguas, por ello algunas estabilizadas con vegetación natural o plantaciones. Son montículos asimétricos de arena dispuestos según la dirección de los vientos y paralelos a la línea de costa, llegan a tener hasta 10 msnm. y fuertes pendientes (45%) aunque con crestas redondeadas. La dinámica morfogenética es muy activa, los suelos son aportes eólico sódico incipientes, con protosuelos o regosoles eútricos de textura gruesa, arenosoles sálicos. Sus factores limitantes son el exceso de drenaje, la constante erosión y depósito de nuevos materiales.

Llanura recta inclinada (superficie de la ZEE = 314.59 ha)

Son llanuras de 3 a 5 m de altura rectas inclinadas, cuyo material de formación es de origen aluvial con texturas medias, que es característico de los suelos alóctonos no climáticos de aporte aluvial que son greyzems háplicos, con materia orgánica reciclada y de colores grises, presentan epipedones móllicos, la saturación de bases de menos de 50%, son suelos ácidos, con propiedades gléyicas y estagnogleyicas, las arcillas es de herencia o transformación, están bien drenados, en las orillas se presenta fluvisoles éútricos, sus limitantes es el exceso de agua o de drenaje.

Llanura de piedemonte ondulada (superficie de la ZEE = 1,303.87 ha)

Son llanuras onduladas de 5 m de altura, el material de formación es aluvión con texturas medias, son suelos alóctonos no climáticos de aporte aluvial, con presencia de fluvisoles éútricos de textura limosa, greyzems háplicos, de colores grises, con epipedon móllico, son suelos ácidos, las arcillas son de herencia y de transformación, son suelos drenados, hay exceso de agua y de drenaje, como limitantes.

Llanura ondulada (superficie de la ZEE = 1,163.89 ha)

Es terreno sensiblemente más elevado entre los pantanos a escasos metros de 1 a 2 m, son materiales de aluviones y estribaciones de lomeríos, materiales deluvio-aluviales, escurrimiento superficial, moderado, infiltración moderada y de baja a escasa disección, la superficie tiene



elevaciones suaves alternadas con sensibles depresiones de poca inclinación, extensas superficies sensiblemente elevadas sobre el nivel base palustre, los suelos son aluviales con propiedades flúvicas y vérticas, o sea fluvisoles, vertisoles, su uso es de ganadería, y agricultura, sus limitantes son de tipo técnicas y climáticas.

Valle angosto (superficie de la ZEE = 887.59 ha)

Son valles angostos localizados en Nueva Esperanza, cuyos materiales son de areniscas del terciario aluvionadas con suelos de aporte coluvial, ácidos de textura fina con estructura masiva, con fuerte disección, los contactos entre las capas generalmente son planos y abruptos, pueden presentar pseudoestructura, se presentan los regosoles y los cambisoles, algunas limitantes son los movimientos en masa por solifluxión que se van depositando en el valle y que son retrabajados por el río.

Lomerío bajo escarpado (superficie de la ZEE = 1,799.26 ha)

Elevaciones no mayores de 50 m con moderada o fuerte disección. Se encuentran asociados a un conjunto de lomeríos altos. Se observan sensiblemente abruptos con pendientes moderadas y homogéneas favorables a un intemperismo hídrico y térmico intenso manifiesto en el desarrollo de una fuerte escorrentía superficial y capacidad de infiltración alta. Los materiales del sustrato son areniscas de origen marino depositadas en mares someros. Presentan suelos de tipo cambisol ferrálico bajo procesos de ferruginización, de buena aptitud agrícola. Dominan los procesos erosivos de tipo gravitacional-antrópico que lo hacen un medio fuertemente fitopenestable.

Lomerío bajo de cimas redondeadas (superficie de la ZEE = 6,504.12 ha)

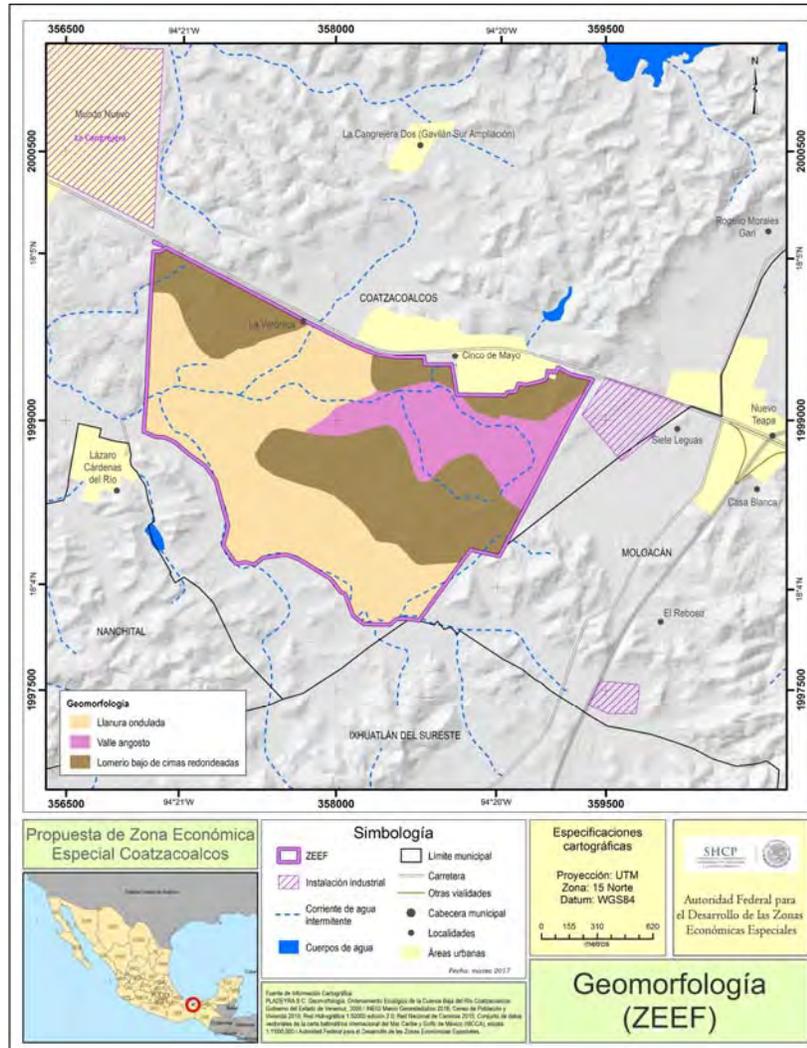
Conjunto o secuencia de cerros y lomas de hasta 50 m sobre el nivel de base, con cimas redondeadas y que manifiestan escasa disección. Son parte de los lomeríos sedimentarios separados por la disección del río. Se conforman rocas del tipo de las areniscas de moderada a fuerte infiltración, sometidos a intemperismo hídrico y térmico acentuado lo que permite la formación de suelos de tipo luvisol órtico con procesos de ferralitización. Se presentan libres de inundación con procesos erosivos de origen gravitacional-antrópico más dominantes haciéndolo un medio con moderada fitopenestabilidad.

Lomerío alto escarpado (superficie de la ZEE = 26.32 ha)

Son ondulaciones elevadas, de más de 100 m y fuerte disección. Se localizan al sur de Ixhuatlán del sureste Cuichapa, La Guadalupe, los materiales de origen son areniscas-lutitas, depositados en un ambiente marino. Poseen crestas agudas en ocasiones con pendiente de 45% y por sus materiales puede observarse procesos de solifluxión y movimientos en masa, son susceptibles de erosión.

Por su parte, en la ZEEF predominan tres unidades geomorfoedafológicas, **Llanura ondulada** ubicada hacia el centro sur oeste abarcando 127.21 ha de la ZEEF, **Lomerío bajo de cimas redondeadas** en 104.47 ha, se localiza hacia el norte y oriente de la ZEEF y **Valle angosto**. Ocupa 43.50 ha y se localiza en la porción centro oriental de la ZEEF. La distribución se muestra en el siguiente mapa.





Mapa. 3.20 Unidades geomorfoedagológicas dentro del polígono de la ZEEF
Fuente: Elaborado por Social Value Institute

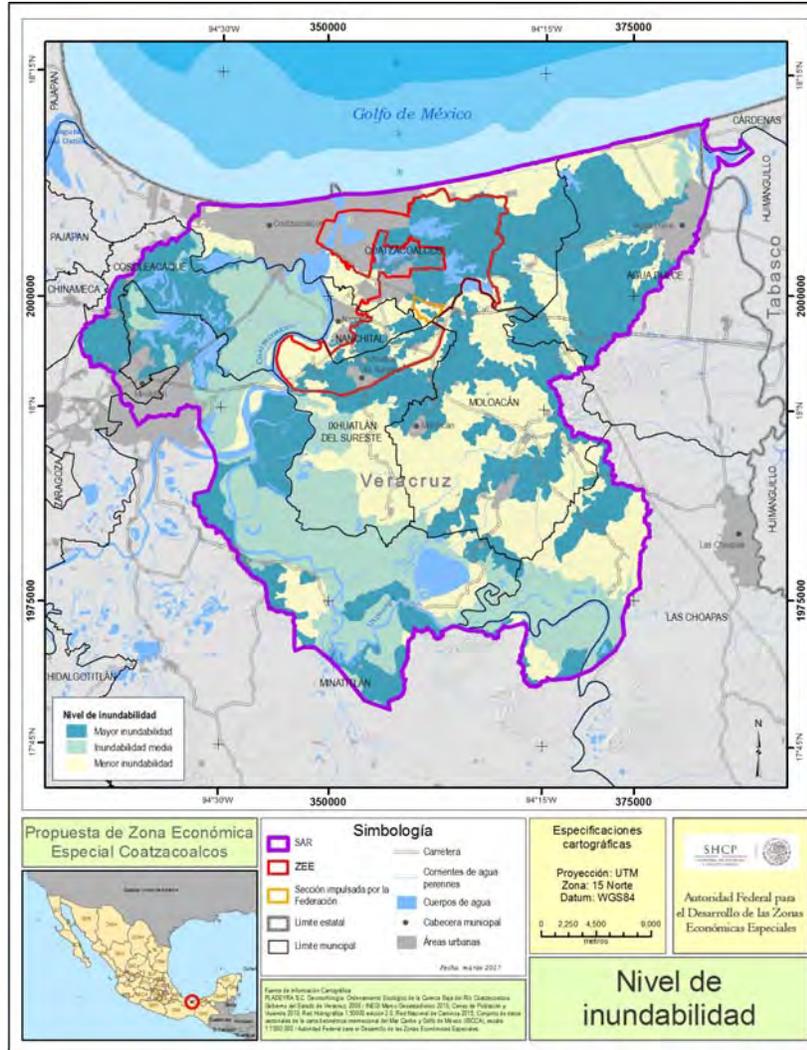
Peligro por niveles de inundabilidad: peligros

Dado que el peligro de inundación está vinculado con el tipo de suelo, la capacidad de infiltración, la altitud y la cantidad e intensidad de la lluvia o presencia de agua, se pueden distinguir formas del relieve en donde la permanencia de agua es muy corta o muy larga y hasta permanente. También puede manifestarse según el tipo altitudinal diferencial, lo que significa que se inundarán únicamente los sitios deprimidos como son las concavidades entre lomeríos o llanuras onduladas.

En el ordenamiento ecológico de la cuenca baja se realizó un cruce matricial de los factores antes mencionados para obtener un mapa en el que se clasificaron las unidades morfoedafológicas de la cuenca baja del río Coatzacoalcos de acuerdo con su nivel de inundabilidad en tres clases (siguiente mapa). Cerca de 55,000 ha (42%) del SAR se encuentran en zonas con categoría de inundabilidad mayor; la inundabilidad media abarca poco más de 31,000 ha (equivalentes a 24 % del SAR); el grado



de menor inundabilidad abarca casi 45,000 ha. En lo que respecta a la ZEE, el 66 % de sus tierras se encuentran en un grado de inundabilidad mayor al igual que en la ZEEF, con el 60 % de su territorio con este mismo nivel de peligro (Cuadro 3.20 y Mapa 3.21).



Mapa. 3.21 Niveles de inundabilidad en las unidades morfoedafológicas de la ZEE
Fuente: Tomado del Programa de Ordenamiento Ecológico de la cuenca baja del río Coatzacoalcos (2008). Elaborado por Social Value Institute.

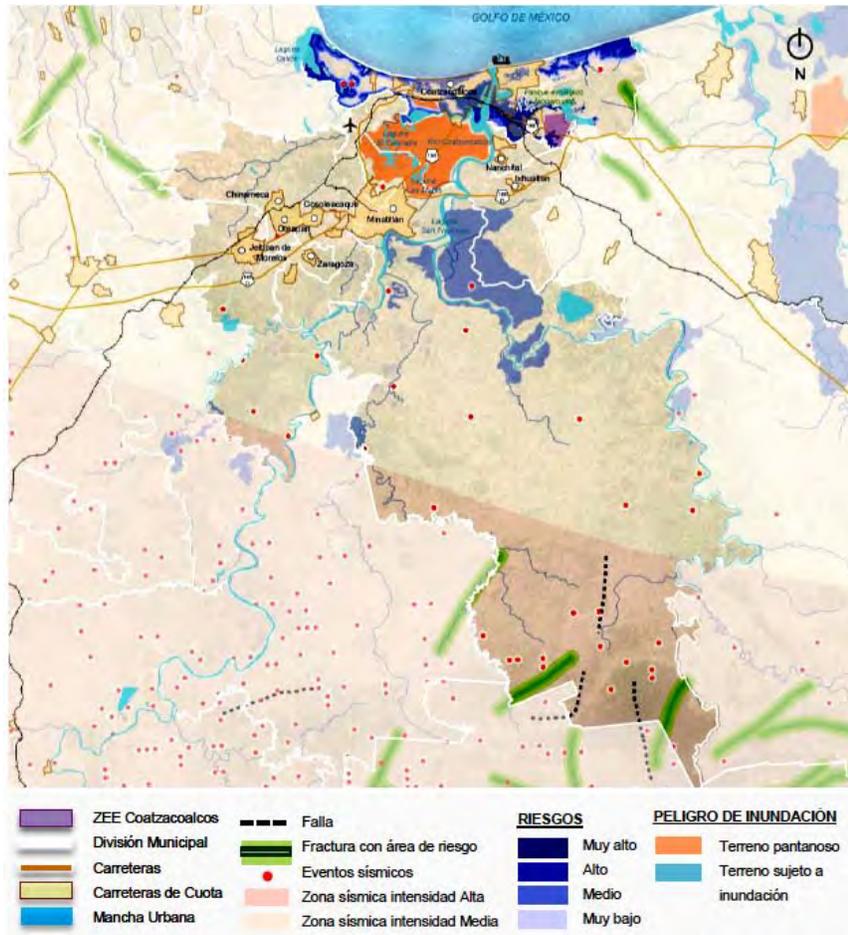
Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

Grado de inundabilidad	Superficie (ha) y porcentaje					
	SAR	% SAR	ZEE	% ZEE	ZEEF	% ZEEF
Inundabilidad menor	44,678.02	34.10	4,162.93	36.24	170.72	62.04
Inundabilidad media	31,254.71	23.86	0.00		0.00	
Inundabilidad mayor	55,079.20	42.04	7,323.79	66.64	104.47	37.96

Cuadro 3.23 Grado de inundabilidad en el SAR, ZEE y ZEEF (superficie y proporción)



Fuente: Tomado del Programa de Ordenamiento Ecológico de la cuenca baja del río Coatzacoalcos (2008). Elaborado por Social Value Institute



Fuente: Elaborado por el Consorcio con información cartográfica de INEGI 2010, CONABIO y Atlas de Riesgos Naturales Coatzacoalcos, Veracruz

Mapa. 3.22 Peligros de inundación

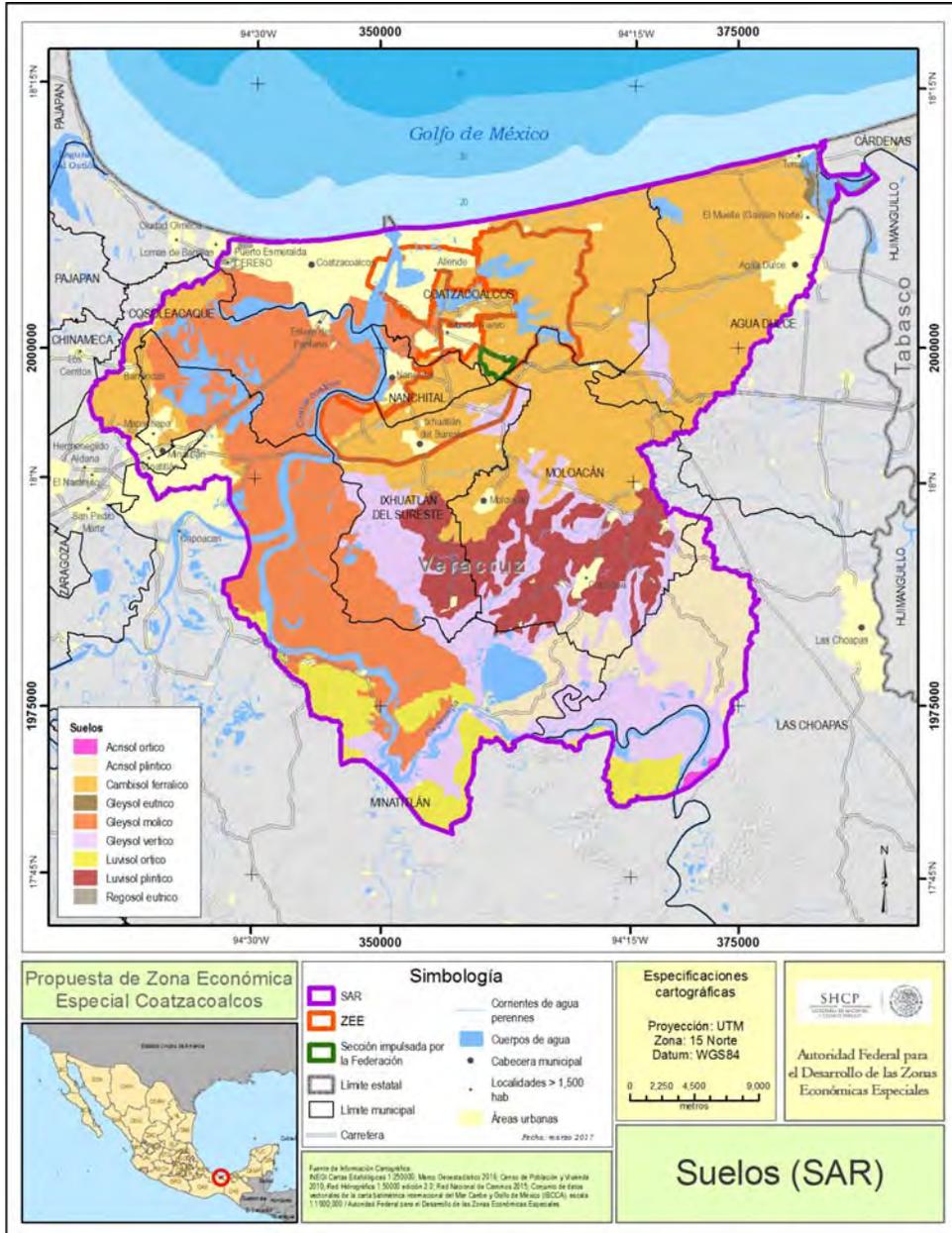
Esta zonificación del peligro de inundación coincide con la elaborada por el Consorcio (Mapa 3.22), donde se describe la importancia de los riesgos de inundación generados por los principales ríos de categoría perenne, debido a la complejidad de la red hidrológica y la gran irrigación, diferenciando lo que son terrenos pantanosos de los que se encuentran sujetos a inundación en diversos grados de peligrosidad.

d) Suelos: Tipos

Las condiciones de temperatura y precipitación que caracterizan a esta región han ocasionado un fuerte intemperismo en las rocas sedimentarias e ígneas, favoreciendo en general el desarrollo de suelos profundos. Los suelos que ocupan mayor superficie en la región son de material erosionado de las rocas preexistentes, el cual se deposita en las partes bajas como relleno de valle y en los deltas de



los ríos. Su granulometría es variada, va desde gravas y arenas hasta arcillas y limos. Presenta depósitos lacustres, palustres, eólicos, litorales, aluviales y coluviales (Mapa 3.23).

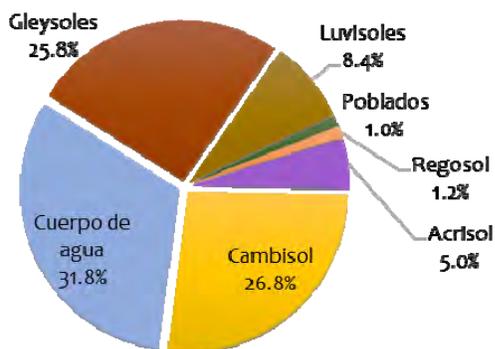


Mapa. 3.23. Suelos presentes en el SAR ZEE
Fuente: Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

En el SAR ZEE predominan los suelos de tipo gleysoles (25.8 %) y los cambisoles (26.8 %), asociados a los cuerpos de agua que abarcan casi 32 % de esta zona de estudio (Gráfica 3.5).



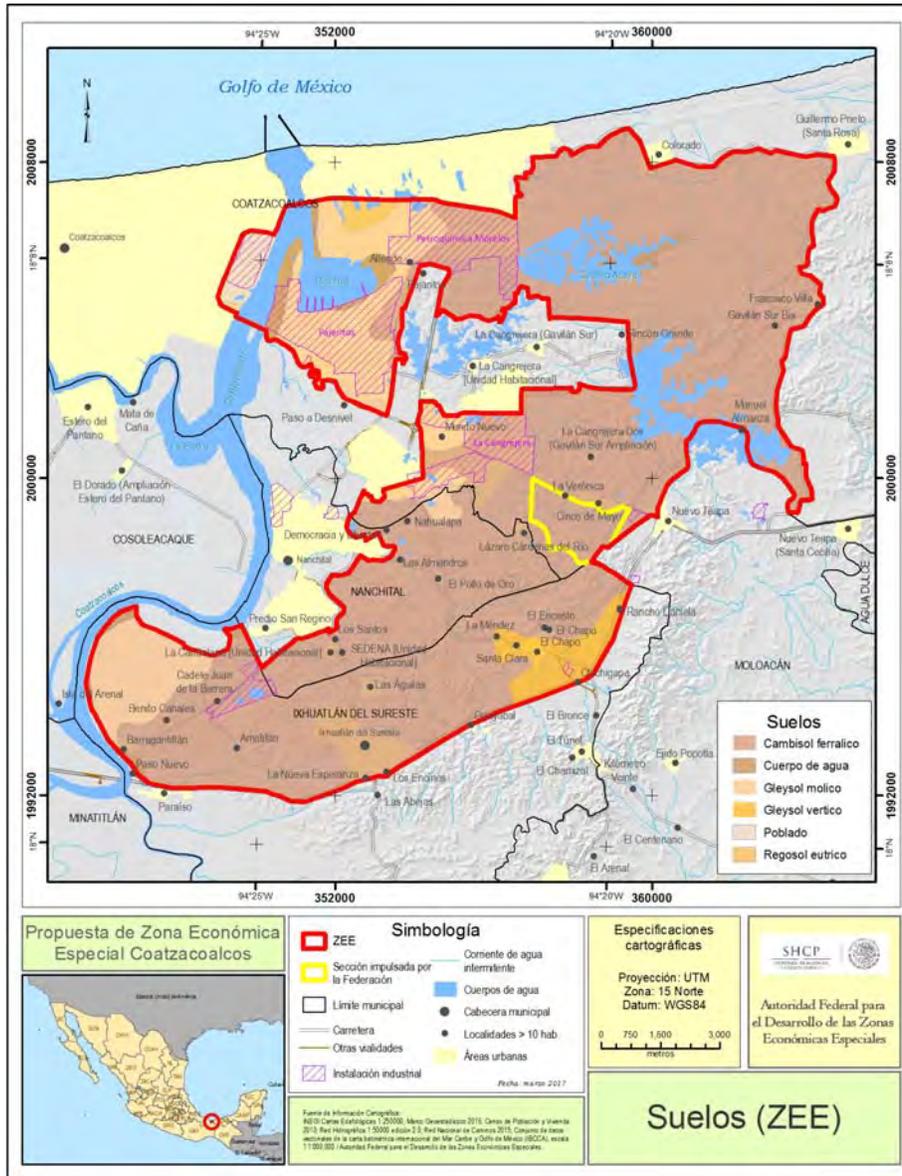


Gráfica 3.5 Proporción de superficie ocupada por tipo de suelo SAR
Fuente: Social Value Institute

La distribución de los tipos de suelo en las diferentes zonas de análisis se muestra en el siguiente cuadro.

Tipo de suelo	Superficie (ha)		
	SAR	ZEE	ZEEF
Acrisol plántico	10,156.68		
Cambisol ferrálico	54,116.74	11,397.41	275.19
Cuerpo de agua	8,981.99	692.82	
Gleysol eútrico	603.97		
Gleysol mólico	31,868.46	1,882.81	
Gleysol vértico	19,634.44	379.38	
Luvisol órtico	6,511.63		
Luvisol plántico	10,399.73		
Poblado	2,041.92		
Regosol eútrico	2,379.15		

Cuadro 3.24 Tipos de suelos dominantes en el SAR, la ZEE y la ZEEF
Fuente: Social Value Institute



Mapa. 3.24 Tipos de suelos en la ZEE

Fuente: Social Value Institute.

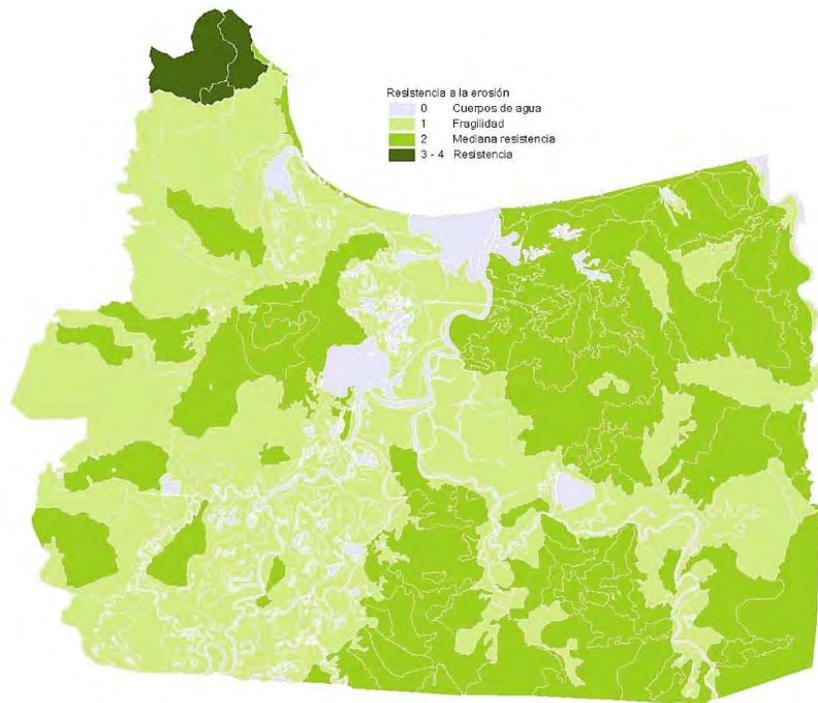
Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

La mayor parte de la ZEE se caracteriza por la presencia de suelos de tipo cambisol ferrálico, al igual que la ZEEF que presentan exclusivamente este tipo de suelo (Mapa 3.24).

- Resistencia a la erosión por unidad geomorfoedafológica**

En el Ordenamiento Ecológico de la cuenca baja del río Coahuila de Zaragoza se analizó el grado de fragilidad y resistencia a la erosión de las unidades geomorfoedafológicas, evaluación que se sintetiza en el mapa 3.25.





Mapa. 3.25 Esquema de la resistencia a la erosión en las unidades morfoedafológicas
Fuente: Tomado del Programa de Ordenamiento Ecológico de la cuenca baja del río Coatzacoalcos (2008).

La menor resistencia a los procesos erosivos se presenta en las unidades morfoedafológicas aledañas a los escurrimientos principales, es decir a lo largo de las riberas de los ríos Coatzacoalcos y Uxpanapa, prácticamente definiendo un buffer a lo largo de estos alimentadores principales del sistema de humedales de la cuenca del río Coatzacoalcos. En este caso la resistencia se debe a los materiales ligeros transportados desde la cabeza de cuenca, además de la característica impermeabilidad-porosidad de los suelos de la cuenca baja que dan origen al sistema de humedales.

Una resistencia comparativamente mayor a la categoría anterior, se presenta en las unidades morfoedafológicas de llanuras y valles que pueden tener en promedio alrededor de los 10 m s.n.m.; hacia el sur de la región este nivel de resistencia empieza a corresponder a las altitudes de los ecotonos de la cuenca media, especialmente en las unidades morfoedafológicas de lomeríos y llanuras de pie de monte onduladas.

e) Hidrología

Desde el punto de vista hidrológico, la región de estudio donde se ubica el SAR Coatzacoalcos abarca las partes bajas de la cuenca del río Coatzacoalcos, que está formada por tierras bajas inundables o inundadas y es atravesada por importantes vías fluviales. El gran sistema hidrológico de la cuenca del río Coatzacoalcos forma parte de la región hidrológica N° 29 localizada hacia la vertiente del Golfo de México. Los principales caudales que alimentan a esta región desde fuera de la zona de estudio, son cuatro ríos principales que drenan desde la Selva Zoque; por orden de magnitud, son: Coatzacoalcos, Uxpanapa, Cuachapa y Cahuapan.



Hacia el noroeste del SAR (fuera del área de estudio), las vertientes orientales de los volcanes San Martín y Santa Marta (sierra de Los Tuxtlas) también aportan importantes caudales al área de estudio, abasteciendo importantes asentamientos humanos a partir de la presa de Yuribia. Estas elevaciones, por su proximidad al mar, son las primeras en captar la humedad proveniente del Golfo de México, desarrollando una hidrología de montaña con pequeños ríos y arroyos que desembocan en la laguna de El Ostión o en las zonas inundadas de la planicie costera. Por la porción oriental del SAR, el límite de la cuenca está dado por el río Tonalá, el cual en la planicie costera y antes de cambiar de nombre a Tonalá, recibe el nombre de río Tancochapa y sirve de límite entre los estados de Veracruz y Tabasco.⁸

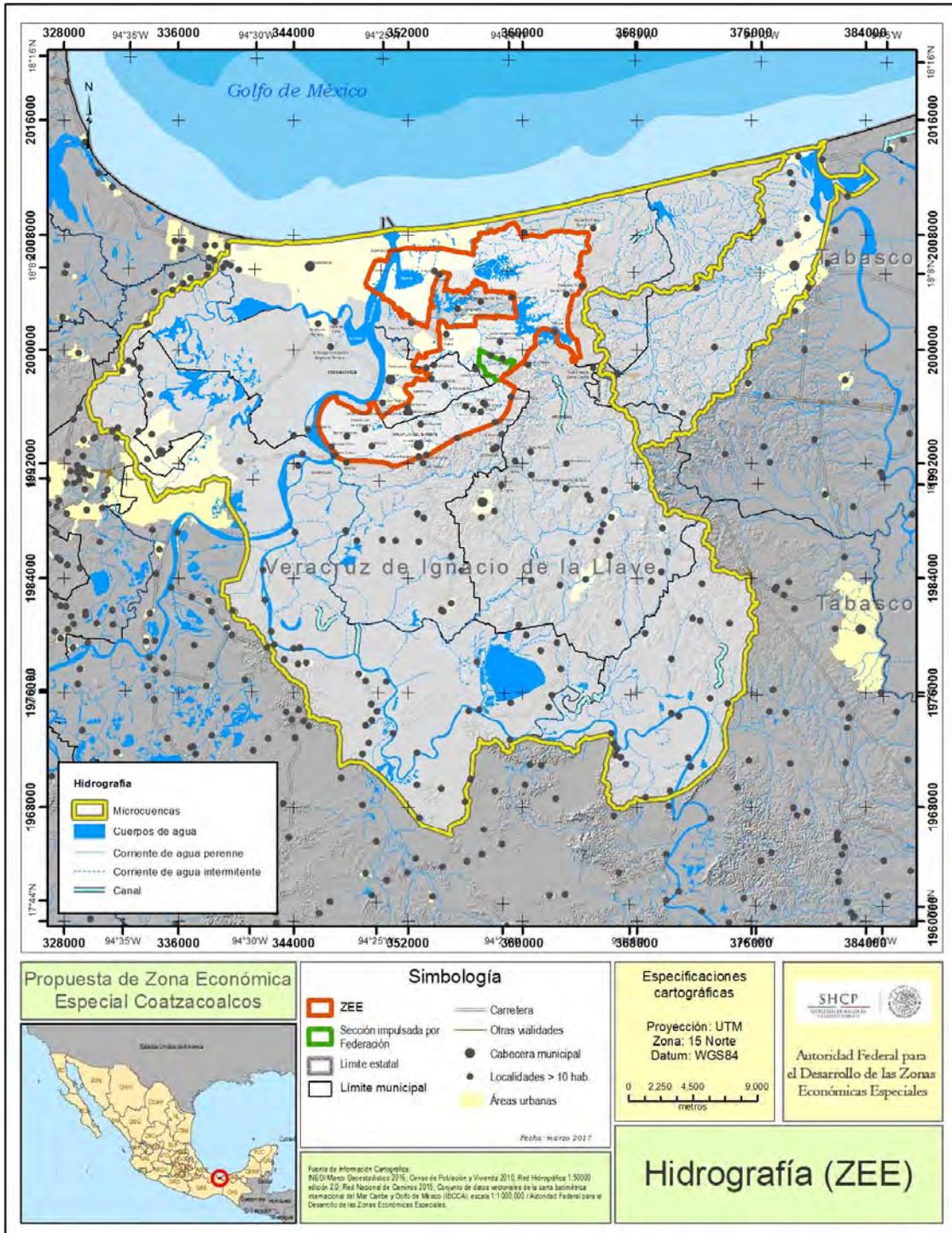
El parteaguas principal del río Coatzacoalcos se localiza en la Sierra Atravesada de la Selva Zoque, en donde surge la principal zona de recarga de este acuífero (aproximadamente a los 2,200 m de altitud), generando diversos afluentes en su recorrido cuenca abajo, por las zonas montañosas de Los Chimalapas. El río es navegable en gran parte de su recorrido y en varios de sus principales afluentes, como son: Coachapa, Uxpanapa y Huazuntlán.

Al llegar a la parte baja de la cuenca, el río Coatzacoalcos se vuelve divagante en su recorrido sobre terrenos prácticamente planos, formando numerosos meandros, lagunas y esteros, así como una gran superficie de zonas inundables, donde se localizan el SAR, la ZEE y la ZEEF (Ver siguiente mapa).

Aunado a lo anterior, la dinámica hidrológica regional cercana al SAR está dada por la presencia de importantes zonas pantanosas y otros humedales (permanente o temporalmente inundados) que se localizan en terrenos con altitudes no mayores a 5 m s.n.m. En estas zonas bajas inundables confluyen las aguas de los ríos que drenan desde las cabeceras de la cuenca y las aguas del Golfo de México que penetran por el efecto de las mareas y el oleaje.

El río Coatzacoalcos es el que domina la dinámica de las zonas pantanosas. Los pantanos de Cosoleacaque, entre Minatitlán y Coatzacoalcos y los de la unidad Ixhuatlán del Sureste son los que reciben la influencia marina más directa. Todo lo anterior hace que la zona desarrolle una dinámica hidrológica compleja, con inundaciones periódicas en las que intervienen masas de agua con características fisicoquímicas distintas en procesos de flujo, reflujos y mezclas de sedimentos y contaminantes, procesos que dependen principalmente de las condiciones climáticas.

⁸ Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica (2002). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero costera de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz.*

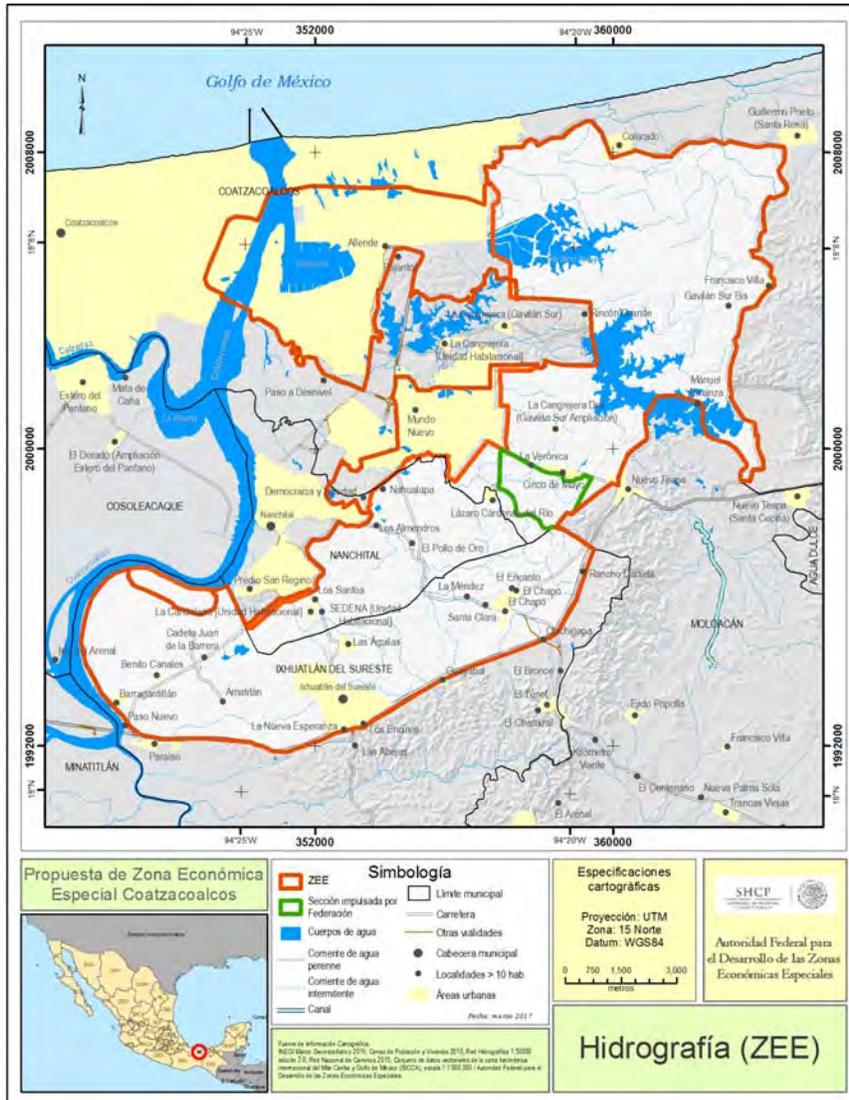


Mapa. 3.26 Hidrografía en SAR, ZEE y ZEEF

Fuente: Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.





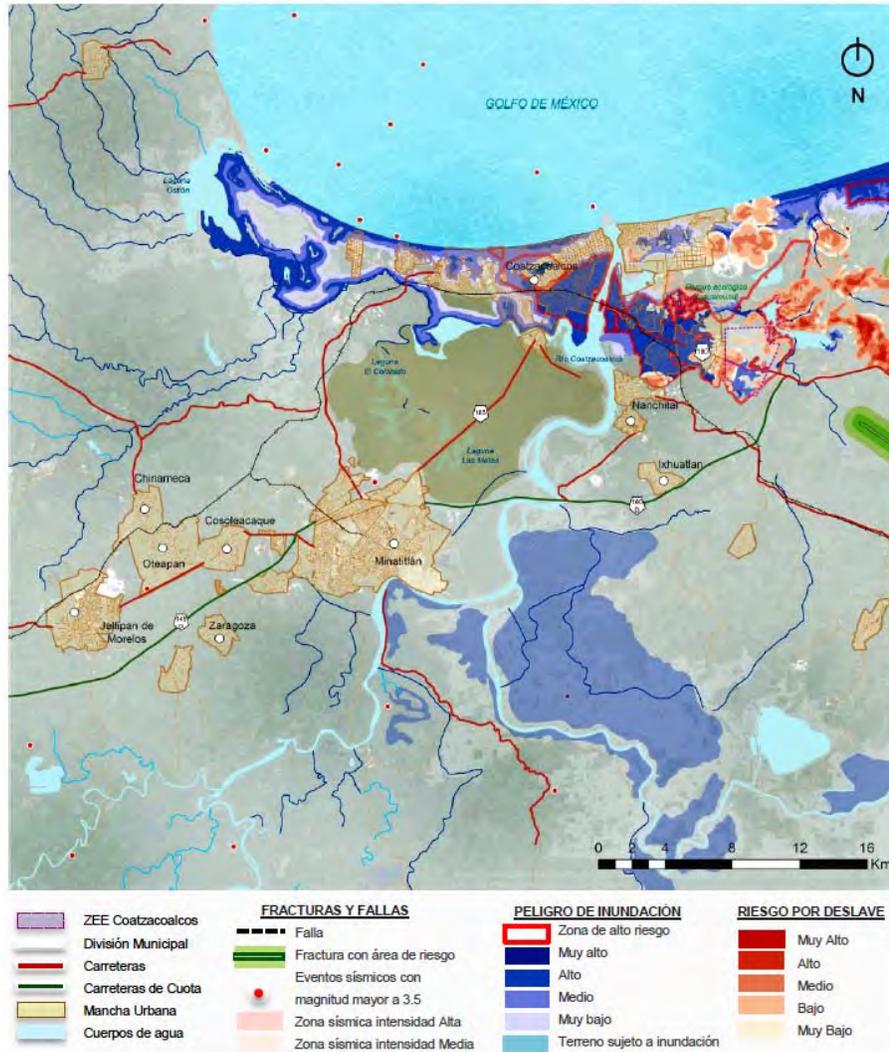
Mapa. 3.27 Hidrografía en ZEE y ZEEF

Fuente: Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

La Hidrología del SAR de la ZEE se caracteriza por la dinámica de las dos microcuencas que lo delimitan: Coatzacoalcos y Agua Dulce, ambas vinculadas directamente con las zonas inundables e inundadas por los desbordes del río y sujetas a la influencia marina (Mapa 3.26). El esquema de la siguiente figura muestra la dinámica de esta zona, analizando la dirección de los escurrimientos y la influencia de la penetración de la cuña salina.

Al interior del área de la ZEE se localizan tres cuerpos de agua: la presa de La Cangrejera que abarca una superficie de 499.58 ha, la Carolino Anaya con un área de 305.84 ha y otras sin identificar al sur de la dársena de Pajaritos, con 192.54 ha (mapa 3.27). Estos cuerpos de agua reciben aporte del río Uxpanapa a través de un acueducto y son los principales abastecedores de la zona industrial.



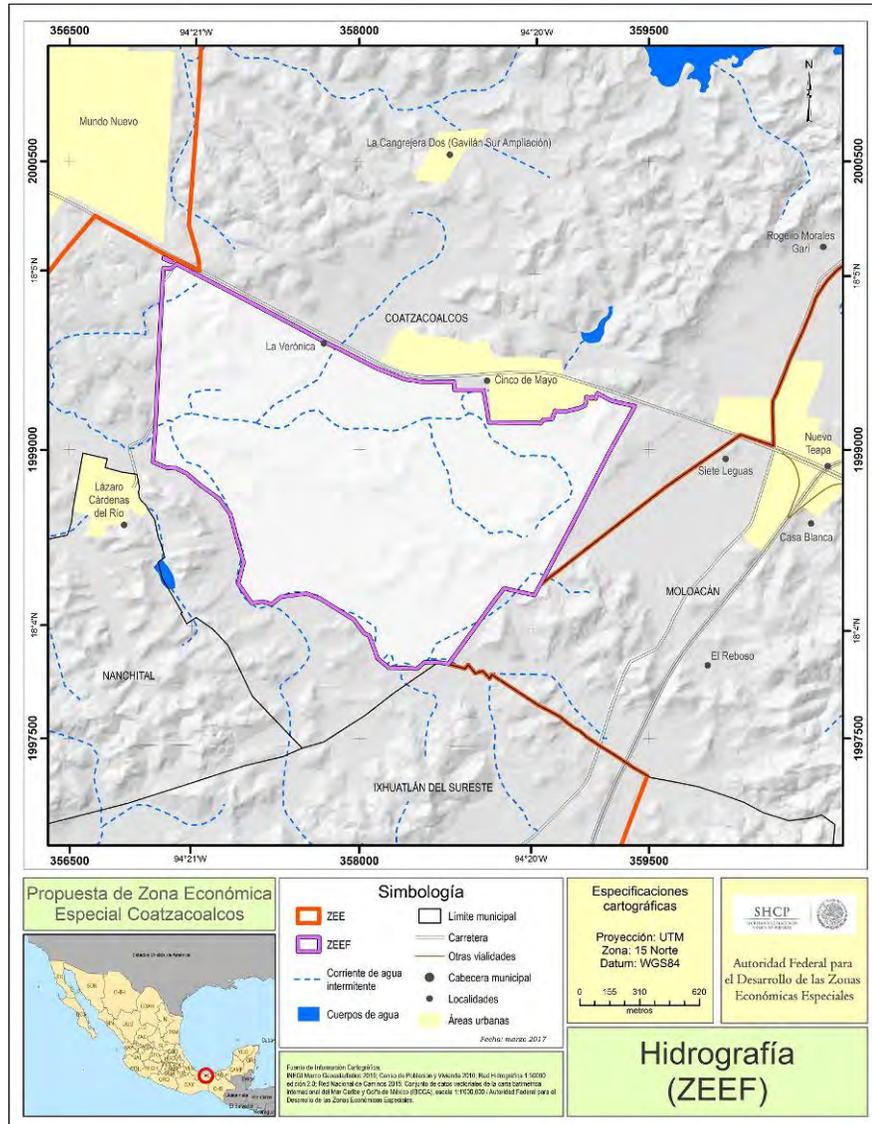
Fuente: Elaborado por el Consorcio con información cartográfica de INEGI 2010, CONABIO Atlas de Riesgos Naturales Coatzacoalcos, Veracruz

Mapa. 3.28 Peligro de inundación en el entorno del ZEE
Fuente: Tomado de Consorcio, 2016

En el entorno cercano del polígono de la ZEE, hacia la colindancia con el río Coatzacoalcos, se presentan áreas con muy alto peligro de inundación, mientras que, al interior de dicho polígono, en su porción sur, también hay terrenos susceptibles de inundarse.

En estos terrenos debe tomarse en cuenta este peligro al diseñar los desarrollos que se pretenden asentar, evitando la excesiva compactación de estos suelos ya que el agua buscará salida hacia terrenos colindantes.





Mapa. 3.29 Hidrología en la ZEEF
Fuente: Social Value Institute.

En el mapa 3.28 se muestran los cauces que se ubican en el interior y su entorno inmediato. Estos son arroyos intermitentes que drenan el agua pluvial, y por la baja pendiente, en los valles interiores, al poniente de la ZEEF, presentan zonas inundables.

Dinámica hidrológica en la cuenca baja del río Coatzacoalcos donde se localiza el SAR

En los mapas 3.26 y 3.30, se muestra como escurren los cuatro ríos principales de la región, siendo el dominante el Coatzacoalcos. Además, permite ver que existen tres salidas de agua al Golfo de México por donde penetra el agua marina a la zona baja pantanosa. Esto produce el efecto de penetración de cuñas marinas, reflejos de marea y cambios en la dirección y magnitud del flujo de agua en algunos



afluentes, alterando estacionalmente la condición físico-química del agua en la porción del río Coatzacoalcos que se ubica en su parte baja en el SAR y colinda con la ZEE en su parte sur oeste.

Durante el año se observan cambios en los niveles de agua del sistema de humedales que determinan periodos de inundación y de drenaje. La periodicidad de estos cambios está dada fundamentalmente por las estaciones de lluvias y secas, así como por las pequeñas variaciones diarias en los niveles de marea. En estos periodos varía la dirección predominante de circulación del agua al igual que sus características fisicoquímicas, produciendo dos escenarios bien diferenciados que inciden en el patrón de circulación de agua del sistema de humedales, especialmente el gran pantano. Por ser una esquematización no es posible ubicar a detalle el SAR, la ZEE y la ZEEF.



Mapa. 3.30 Escurrimientos en la dinámica hidrológica de la cuenca baja del río Coatzacoalcos.
Fuente: Tomado del Programa de Ordenamiento Ecológico de la cuenca baja del río Coatzacoalcos (1998).

La condición más importante que rige la dinámica hidrológica de la región de la cuenca baja del río Coatzacoalcos es que la mayor extensión de este se desarrolla sobre una llanura costera sedimentaria



donde las superficies de los principales cuerpos de agua se sitúan al nivel del mar, con las siguientes consecuencias:

- Las mareas y el oleaje acercan a la zona costera una masa de agua marina que dificulta la salida del agua continental. La mayor parte del agua que llega a la región sale al mar por la desembocadura del río Coatzacoalcos, por lo que esta acción de dique puede producir un retraso en la salida, con un máximo efecto en los casos de tormentas donde se unen fuertes oleajes, mareas y lluvias máximas. Este efecto puede ocasionar desbordes tanto del río Coatzacoalcos como del Calzadas en momento de eventos de precipitaciones intensas, ocasionando las inundaciones que se identifican en el SAR y la ZEE.
- Debe tenerse en cuenta la importancia de las inundaciones de diferentes magnitudes que dan lugar a procesos de arrastre y sedimentación en las zonas pantanosas, en la dispersión o concentración de los contaminantes, y en la capacidad de autodepuración del agua, tanto en el SAR como en la ZEE y la ZEEF.
- Se produce la penetración de una cuña salina que, de acuerdo a las condiciones ambientales, puede llegar a distancias de más de 40 km de la costa. Esto da lugar a importantes variaciones temporales y espaciales en las condiciones fisicoquímicas del agua que repercuten en la complejidad y variabilidad del medio acuático. Lo anterior debe considerarse por el efecto que tiene en la diversidad biológica y en el comportamiento de sedimentos y contaminantes en el SAR y la ZEE.
- En condiciones normales se pueden llegar a observar cambios de marea incluso en lugares tan alejados como Hidalgotitlán y la laguna de Mezcalapa, así como variaciones en la magnitud y dirección de las corrientes en los diferentes cuerpos de agua.

Dinámica de las zonas pantanosas

Diversas investigaciones realizadas en la zona de estudio (Contreras *et al.*, 1987; Toledo *et al.*, 1987; Instituto de Ecología, 1996) destacan el papel de los procesos hidrológicos y de descomposición en el funcionamiento del ecosistema pantanoso del bajo Coatzacoalcos. A pesar de la variedad y volumen de contaminantes que se vierten, directa o indirectamente a las áreas inundadas o inundables que se localizan principalmente entre Minatitlán y Coatzacoalcos, así como de las infraestructuras que en ellas se han construido (carreteras y poliductos), este ecosistema todavía conserva su función ecológica de depurador y exportador neto de grandes volúmenes de materia orgánica hacia el estuario y zonas costeras, función que cumple gracias a los movimientos lentos del agua así como a los complejos procesos de descomposición bacteriana aerobia y anaerobia que en él se realizan. El funcionamiento adecuado del pantano es vital para el desarrollo de especies marinas de importancia comercial y para la existencia de comunidades vegetales de importancia ecológica sujetas a políticas de protección (manglar, selva baja inundable, palmares y vegetación hidrófita).



Acuífero

Según el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA)⁹, en la región de la cuenca baja del río Coatzacoalcos donde se ubica el SAR se localiza el Acuífero Costera de Coatzacoalcos. Su uso está destinado principalmente al abastecimiento de agua potable e industrial, concentrándose en Minatitlán, Nanchital, complejo industrial Pajaritos y las Choapas, en donde se han provocado considerables abatimientos por el bombeo permanente y la gran cantidad de pozos en explotación. Tiene una extensión de 2,600 km², se considera del tipo libre, aunque presenta semi-confinamiento local. El flujo sigue una dirección hacia el norte y su nivel estático es variable, encontrándose entre los 10 y 30 m de profundidad. Este acuífero tiene características físico - químicas que permiten su utilización para cualquier fin y no presenta síntomas de contaminación por agua salada, a pesar de su cercanía con el mar y el río Coatzacoalcos. La extracción es de 35.80 mm³/año, mientras su recarga es de 172.10 mm³/año. En este acuífero existen 249 pozos, de los cuales 108 son para uso industrial, 65 para uso público- urbano, 17 para uso agrícola y pecuario y 59 para otros usos; los caudales van desde 12.87 mm³/año en uso industrial hasta 22.72 mm³/año para uso público-urbano, mientras que para otros usos se extraen 0.20 mm³/año.

Infraestructura de agua potable en el SAR¹⁰

Acueducto Yuribia – Coatzacoalcos

La fuente de abastecimiento de este acueducto la constituyen los ríos Ocotil y Texizapa, provenientes de los cerros de San Martín y Santa Marta en la región de Los Tuxtlas. La captación denominada Yuribia consiste en una presa derivadora que se localiza en las inmediaciones del poblado de Tatahuicapan a unos 50 km al noroeste de la ciudad de Coatzacoalcos y que abastece a una buena parte de las zonas urbanas de Coatzacoalcos y Minatitlán. La presencia de esta presa en la zona montañosa de Tatahuicapan ha generado conflictos ya que los ejidatarios de la zona donde se abastece esta represa se encuentran en situación extrema de pobreza y, sin embargo, hasta el momento no han recibido ningún beneficio por el servicio que presentan al preservar estas corrientes de agua. Por lo anterior, resulta imprescindible que estas comunidades sean contempladas en un proceso de pago por servicios ambientales por parte de los pobladores urbanos de la cuenca baja del río Coatzacoalcos.

El caudal aprovechado derivado a la planta es de 1.0 m³/s de los cuales 750 l/s se hacen llegar a la ciudad de Coatzacoalcos y 250 l/s para la ciudad de Minatitlán (CSVA, 2005). Actualmente el acueducto conduce un gasto de 1,000 l/s a través de una tubería de acero.

Acueducto Uxpanapa - La Cangrejera

Este acueducto entrega agua desde el río Uxpanapa a La Presa La Cangrejera, que se localiza sobre el arroyo Teapa. Este caudal garantiza el abastecimiento actual y futuro de los complejos industriales

⁹ CSVA. Consejo del Sistema Veracruzano del Agua. 2005. Resumen Ejecutivo del Programa Hidráulico Estatal. Veracruz, México. 40 pp.

¹⁰ CSVA. 2005. Consejo del Sistema Veracruzano del Agua. Proyecto de Programa Hidráulico Estatal, Veracruz, México.



localizados en la cuenca baja del río Coatzacoalcos. El acueducto tiene un desarrollo aproximado de 30 km, desde la toma directa en la margen derecha del río Uxpanapa, en el ejido de Ceiba Blanca, municipio de Las Choapas Veracruz, hasta la descarga en el arroyo de Teapa. Se conduce por un cauce natural al vaso regulador de la presa de almacenamiento La Cangrejera, localizada a 15 km de la ciudad de Coatzacoalcos Veracruz (CSVA, 2005).

La obra de captación está integrada por una toma directa construida sobre la margen derecha del río Uxpanapa y consiste en un canal de llamada de 2.0 km de longitud en tierra y de sección trapecial, con un ancho de plantilla de 37.80 m y con capacidad para conducir un gasto de 20 m³/s.

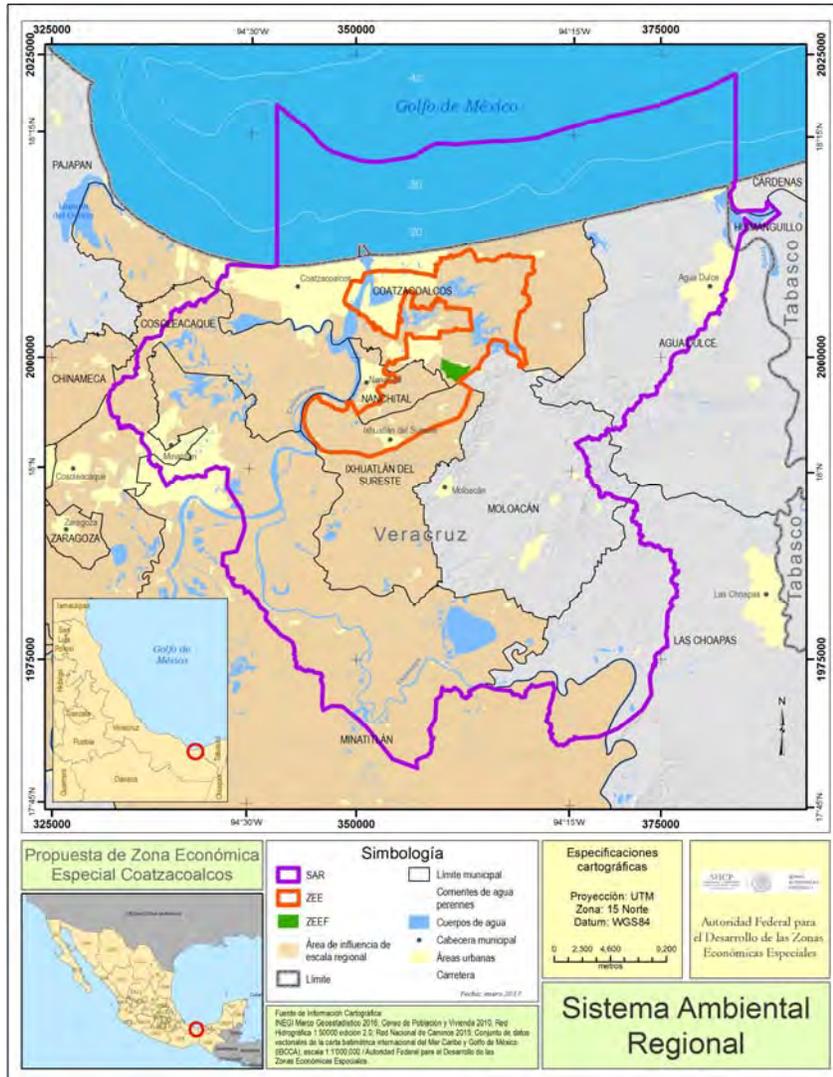
Presa La Cangrejera

La presa la Cangrejera funciona como vaso regulador del acueducto y tiene una capacidad al nivel del de agua máximo de 39.5 Millones de metros cúbicos con una capacidad útil de 18.5 Millones de metros cúbicos, 16 para control de avenidas y 5 para retención de azolves. La cortina de la presa tiene una longitud de 270 m y una altura máxima de 12.15 m. De este vaso se abastece a la industria de PEMEX. Para el suministro a los complejos industriales de la zona, el sistema cuenta con la presa derivadora de Teapa que se ubica 8 km aguas abajo de la presa la Cangrejera; la cortina tiene una longitud de 35 m. y la capacidad de la obra de toma es de 15 m³/s (CSVA,2005).

f) Oceanografía física

La plataforma continental de la región marina frente al SAR pertenece a la llamada Bahía de Campeche y se localiza en la zona de influencia de los ríos Coatzacoalcos y Tonalá (Mapa 3.30). En esta zona marina se evidencian fuertes influencias en forma de transporte de energía generadas en otras latitudes, y para tener una visión clara del comportamiento de las corrientes marinas ahí observadas, es necesario considerarla como parte de la Bahía de Campeche y ésta a su vez como una parte del Golfo de México. La porción marina del SAR se delimitó por la cota de los 30 m de profundidad que constituye la plataforma continental.





Mapa. 3.31 Plataforma continental frente a las costas del SAR
Fuente: Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

Corrientes

La corriente procedente del Mar Caribe entra al Golfo de México pasando a través del estrecho de Yucatán, y se dirige hacia el Atlántico Norte por el Estrecho de Florida. Entre ambos se forma la Corriente de Lazo, con una rama que fluye hacia el Golfo de México, formando dos remolinos: uno anticiclónico, que se localiza en la parte central del Golfo y, el otro, con giro contrario ciclónico, llamado Bahía de Campeche, en la parte sureste, más notorio en invierno debido a las condiciones climatológicas. En la Sonda de Campeche, la corriente principal, procedente de la corriente de Lazo, se dirige hacia el noroeste y al llegar a Coatzacoalcos se asocia con el remolino ciclónico, desviándose hacia el este en la época de invierno. En esta área la velocidad promedio de la corriente es de 3.6 a 12 cm /s.



En la estación de lluvias la zona marina cercana a Coatzacoalcos recibe grandes aportes de agua dulce produciendo la presencia de tres masas de agua superficiales en la zona: una de baja salinidad debida a la influencia del río Coatzacoalcos, otra de alta salinidad proveniente del Golfo de México y la tercera, procedente de la Sonda de Campeche (Bozada y Páez, 1987).

Mareas

Las mareas son de tipo mixta diurna, con una pleamar y una bajamar en cada día lunar (24 horas, 50 minutos). Pueden presentarse mareas meteorológicas causadas por nortes y tormentas tropicales, lo que ocasiona que el nivel llegue a ser varias veces mayor que el predicho para las mareas (Secretaría de Marina, 1974, citado en Bozada y Páez, 1987).

Tipo y origen de los sedimentos

La plataforma continental en la zona de Coatzacoalcos alcanza una amplitud de hasta 130 km y los sedimentos están dominados por los terrígenos, cuya presencia se debe principalmente a la gran cantidad de ríos que desembocan en esta provincia del Golfo de México, los que contribuyen a la formación de una franja de limos arenosos terrígenos cercanos a la costa, con un contenido de carbonatos menor al 25 % (Pica Granados *et al.*, 1991, citado por Ponce Vélez, 1995).

Frente a la costa del río Coatzacoalcos se define una franja arenosa de aproximadamente 10 por 30 km, que abarca 15 km mar adentro hasta alcanzar los 35 m de profundidad en dirección este-oeste, en la que diferentes factores (condiciones climáticas, vientos y variación en el volumen de descarga de los ríos) provocan irregularidades en la distribución de los sedimentos en función de la época del año (Pérez Ramos, 1988). Estas grandes descargas fluviales, junto con los sistemas lagunares, influyen en los procesos sedimentarios a través del aporte de material suspendido hacia la plataforma continental. Los valores de volumen de descarga de los ríos varían a lo largo del año; el río Coatzacoalcos presenta su menor volumen entre enero y mayo (<20 a 30 km³), aumentando entre junio y julio de 30 a 85 km³, para registrar un nivel máximo en septiembre de 118 km³ (Shirasago-German, 1991, citado por Ponce Vélez, 1995).

g) Paisaje

Partiendo de que el concepto de paisaje se encuentra estrechamente vinculado con la estética del medio, con relación a la calidad visual y a los probables impactos visuales que cualquier proyecto pudiese generar en su entorno inmediato, conocer el estado inicial de este atributo permite evaluar con mayor precisión los posibles impactos que el proyecto puede ocasionar sobre él. Dado lo anterior, se realizó el análisis de los atributos paisajísticos característicos de la región del proyecto a partir de las siguientes unidades paisajísticas:

1. Zonas urbanas
2. Vegetación
3. Vías de comunicación
4. Elevaciones (cerros)
5. Planicies (pastizales)



Posteriormente se evaluó la calidad visual del paisaje que está asociado al proyecto para cada una de las unidades paisajísticas encontradas. Esta evaluación se realizó asignándole a cada unidad paisajística identificada una categoría en función de su calidad visual vulnerable y la valoración incluyó criterios ecológicos y estéticos como valor ecológico, valor estético, cuya calificación promedio resulta en la valoración de la calidad visual del paisaje.

Los criterios para la evaluación del paisaje se relacionan con alguno de los siguientes aspectos:

Calidad visual (CV) Valoración estética y ecológica del grado de alteración de una zona, así como la importancia o valor visual de la misma.

Fragilidad visual (FV) Susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a variables en los gradientes de topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional a esta variable se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo.

Visibilidad (V) Es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales, los núcleos urbanos y está en función de la distancia

*Cuadro 3.26. Variables de Evaluación de Unidades Paisajísticas
Fuente: Montoya et al. 2002; Turner et al., 1991; Martínez, 2003*

Se determinó la **Calidad Visual Vulnerable (CVV)4**, considerada específicamente como el indicador integral de la sensibilidad del paisaje a los cambios producidos por la ejecución del proyecto (Carabelli, 2002) con base en los siguientes criterios específicos.

Evaluación de la calidad visual del paisaje

Esta evaluación se realizó asignándole a cada unidad paisajística identificada en el predio una categoría en función de su calidad visual. Esta valoración incluyó criterios ecológicos y estéticos, de acuerdo con las siguientes características:

Valor ecológico

- Tipo de vegetación presente. Se tomó en cuenta el estado de preservación de la vegetación existente dentro del predio, y las observaciones realizadas en campo.
- Estado de conservación de la vegetación presente. Se calificó tomando de base la existencia de superficies aún cubiertas de vegetación nativa y las observaciones realizadas en campo.
- Fragmentación del paisaje. Se valoró en función de las obras e instalaciones previas al proyecto, que han ocasionado la fragmentación del paisaje original, tal es el caso de vivienda, carreteras y caminos comunales. Así como la presencia de cultivos agrícolas.

Valor estético

- Superficies antropizadas. Considera las zonas que han sufrido cambios derivados de actividades humanas, tal es el caso de áreas agrícolas y zonas urbanas.
- Preferencias estéticas. Es importante mencionar que este criterio depende principalmente de variables culturales, por lo que se tomaron referencias de diversos autores sobre preferencias paisajísticas de la población (Álvarez et al., 1999; González Bernáldez, 1973; Shafer et al., 1969; Rochefort, 1974; Macia,



1979; Gallardo *et al.*, 1989; Gómez Limón y Fernández, 1999). De los estudios mencionados, se tomaron los siguientes criterios:

- ✓ El agua es un elemento relevante,
- ✓ Preferencia por los elementos verdes frente a zonas más secas,
- ✓ Preferencias por espacios arbolados frente a las zonas cubiertas por arbustos, y
- ✓ Diversidad paisajística frente a paisajes homogéneos y monótonos.

Valoración de la calidad visual del paisaje

Los criterios antes descritos se calificaron, asignándoles un valor de entre 1 – 6, al final se promediaron las puntuaciones asignadas y se obtuvo el valor final de la calidad visual de cada unidad paisajística delimitada. La escala de valores utilizada y sus criterios de aplicación para calificar la calidad visual del paisaje de acuerdo a Montoya *et al* (2002) se presenta en el siguiente cuadro.

Calidad Visual	Calificación	Criterio
Alta	4.1-6.0	Predominio de vegetación nativa sobre la vegetación no nativa. Vegetación nativa en buen estado de conservación. Dominancia de vegetación arbórea Existencia de ecosistemas con alta productividad ecológica. Inexistencia de núcleos poblacionales. Inexistencia de obras o instalaciones que fragmenten el paisaje. Presencia de cuerpos de agua permanentes.
Media	2.1-4.0	Áreas de vegetación no nativa con remanentes de vegetación nativa. Vegetación nativa alterada. Dominancia de vegetación arbustiva Presencia de comunidades rurales. Existencia de obras de infraestructura. Existencia de caminos comunales. Presencia de cuerpos de agua intermitentes
Baja	0.0-2.0	Áreas desprovistas de vegetación nativa. Existencia zonas agrícolas. Existencia de zonas urbanas como ciudades. Existencia de autopistas o carreteras federales. Sin cuerpos de agua existentes.

Cuadro 3.25 Escala de Calificación para la calidad visual de las unidades paisajísticas
Fuente: Montoya *et al.* 2002; Turner *et al.*, 1991; Martínez, 2003

En el siguiente cuadro, se presenta el resumen de los valores de calidad visual obtenidos para cada unidad paisajística.

Unidad Paisajística	Valor Ecológico	Valor estético	Promedio	Calidad Visual
Zonas Urbanas	2.1	2.1	2.1	MEDIA
Vegetación	4.0	4.0	4.0	ALTA
Vías de comunicación	2.0	4.0	3.0	ALTA
Elevaciones (cerros)	6.0	6.0	6.0	MEDIA
Planicies (pastizales)	2.0	2.0	2.0	BAJA
		PROMEDIO	3.42	MEDIO

Cuadro 3.26 Valoración de la calidad visual por unidad paisajística
Fuente: Social Value Institute



Considerando las unidades paisajísticas se tiene que en el área de estudio el paisaje posee perturbaciones puntuales pero significativas, las cuales se encuentran relacionadas con asentamientos humanos, vías de comunicación y agricultura para cría de ganado bovino de doble propósito. En éstas mismas zonas la calidad paisajística se ve reducida y la sensibilidad resulta elevada; las condiciones naturales del paisaje se encuentran modificadas y se requiere de rehabilitación para que aumente la calidad visual del sitio.

Por otra parte, en regiones donde existen cuerpos de agua y lomeríos se presenta un mayor nivel de conservación de los ecosistemas; no obstante, la perturbación se encuentra presente en mediana proporción. Estas zonas presentan una calidad escénica media, así como una sensibilidad media y alta. Las características naturales del paisaje han decaído con el paso del tiempo debido a las fuertes presiones antrópicas e industriales que se generan.

Conclusiones

El área en cuestión posee una baja diversidad de especies y algunas de éstas se encuentran en altas densidades como es el caso de la palma de coyol o como la mayoría de los lugareños la llama “Palma Real” *Attalea butyracea*. probablemente como resultado de lo poco accidentado de la orografía que influye de manera determinante sobre la vegetación existente, esta condición le confiere un valor relativamente bajo al paisaje. Lo que se hace evidente por la baja diversidad espacial y visual, así como por la presencia de ciertas especies generalistas que indican modificaciones al hábitat y pérdida de la diversidad de especies endémicas, dado que pueden causar efectos indeseables en el sistema como la disminución de la riqueza de especies características del sitio, agotamiento de nutrientes, alelopatía, inclusión de enfermedades y mayor competencia con las especies circundantes, combinado con el desmonte provocado por la construcción de caminos de terracería y las actividades propias de los asentamientos humanos, apertura de caminos y veredas, así como una ubicación accesible para la gente, reducen considerablemente su valor ambiental, sin embargo en la zona existen algunos elementos singulares, únicos o aislados que le confieren un valor medio al paisaje.

Los impactos sobre el paisaje y los atractivos visuales no tienen que coincidir necesariamente. Los primeros pueden ocurrir en ausencia de los segundos, por ejemplo, cuando un desarrollo queda completamente disimulado, o cuando la distancia desde la que se lo percibe impide apreciar cualquier cambio a simple vista, pero igualmente se produce una pérdida de elementos del paisaje.

La composición de la vegetación analizada es un indicador de las condiciones ambientales del paisaje, ya que la vegetación es resultado de la interacción de los componentes ambientales y es un elemento del cual dependen directamente o indirectamente algunas funciones ecosistémicas. Lo que ocasiona la diferenciación de sitios con diferente grado de disturbio. Ya que la composición es el resultado de la dinámica de la comunidad vegetal que ocurre en el sitio de estudio y que refleja su condición. De esta forma los impactos positivos resultan, por un lado, del rescate de vegetación debido a que estas acciones suelen mitigar los efectos sobre la cobertura y densidad de la vegetación, contribuyendo además a la conservación del paisaje. Esto como consecuencia de que la implantación del proyecto ocasionará alteraciones permanentes en las cuencas visuales existentes, modificando el escenario que puede apreciar el observador desde diferentes puntos dentro y en la periferia del proyecto, dado que al momento de realizar las actividades de desmonte el paisaje actual de la superficie del proyecto



se modificará permanentemente. Por lo que las instalaciones deben diseñarse, bajo un estricto sentido de arquitectura de tal forma que armonicen lo más posible con el paisaje, considerando las características del entorno dentro y cerca de la ZEE.



Figura 3.9 Diseño arquitectónico de la ZEE Coatzacoalcos en armonía con el paisaje
Fuente: IDOM.

3.3.2 FACTORES BIÓTICOS

a) Vegetación SAR (Superficie, distribución y evolución)

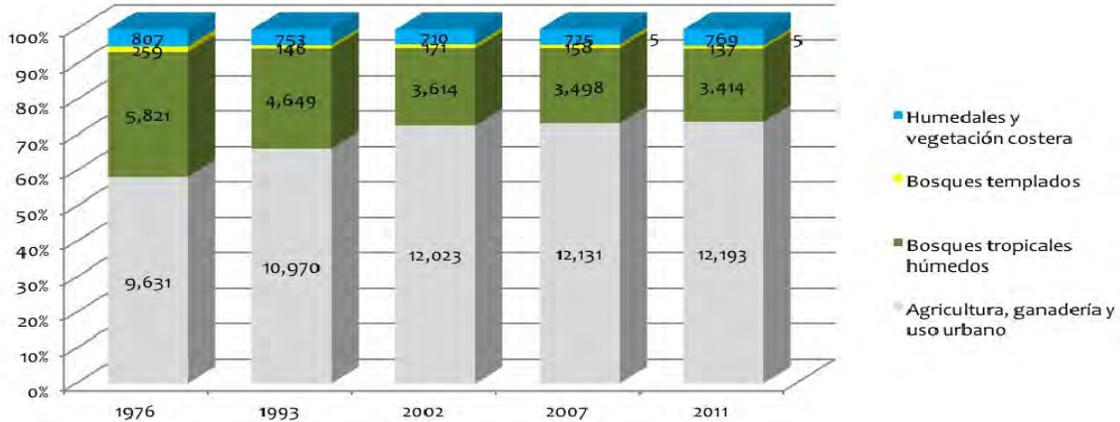
Análisis retrospectivo de la vegetación

En el mapa 3.31 se muestra un análisis comparativo de la Serie I de INEGI (1976) con la Serie V (2011) del Inventario Nacional Forestal, obtenido de la Actualización del Ordenamiento Ecológico del Estado de Veracruz¹¹ (2014), donde se aprecia la pérdida de vegetación (polígonos rojos) en ese período de tiempo (> a 30 años) para la Región Olmeca de la que forma parte el SAR. Las mayores pérdidas se identifican en la zona de la planicie costera en la margen izquierda del río Coatzacoalcos donde se ubican los humedales y en el cordón de dunas costeras que van desde la ciudad de Coatzacoalcos hasta la laguna del Ostión. También es notable la modificación que han sufrido principalmente las comunidades de selva (alta y mediana) y palmares ubicadas en la margen derecha del río Coatzacoalcos y hacia Nanchital, convertidas en pastizales inducidos ganaderos o zonas de crecimiento urbano-industrial.

El proceso de modificación de la vegetación a través del tiempo se muestra en la gráfica 3.2, donde se aprecia el crecimiento de los territorios ocupados por la agricultura, ganadería y asentamientos

¹¹ Pladeyra. 2014. Actualización del Ordenamiento Ecológico del Estado de Veracruz. Inédito.

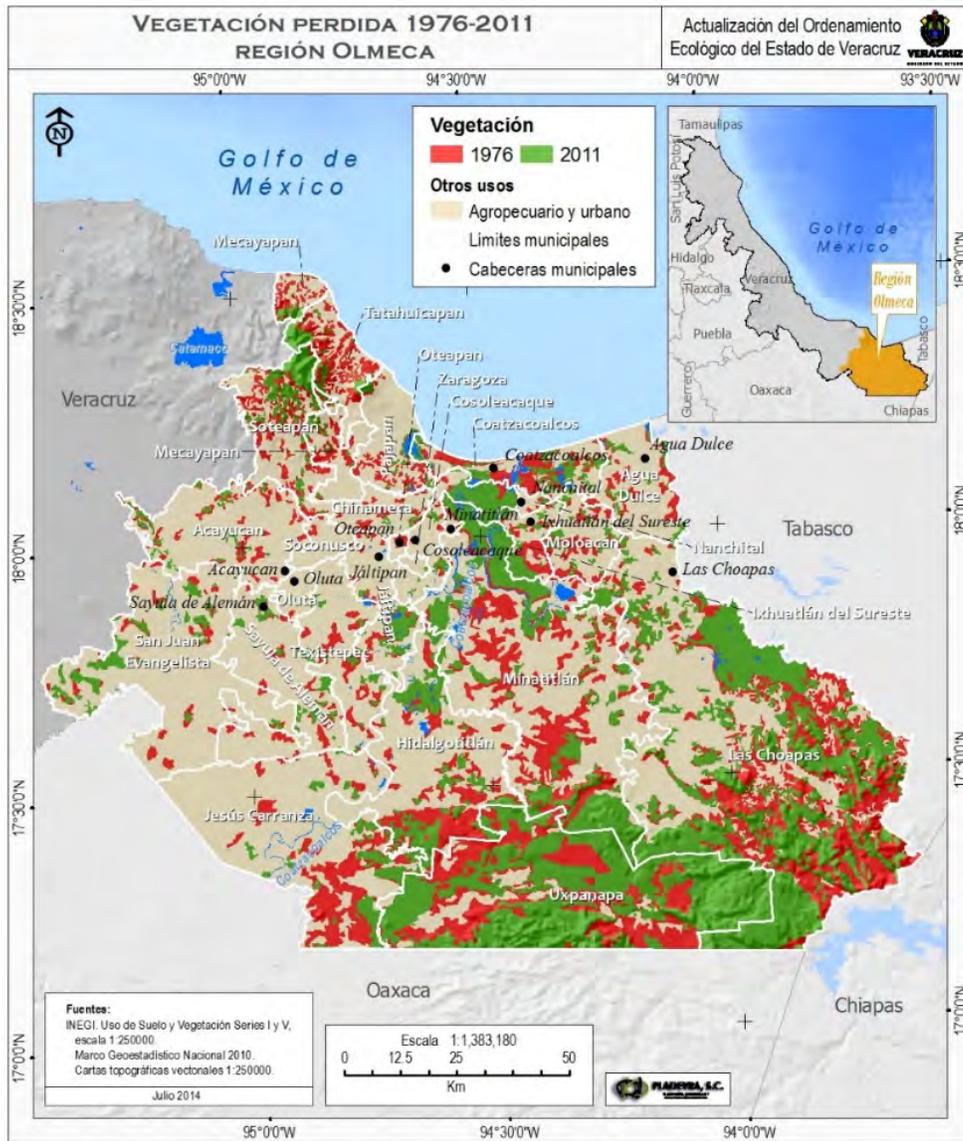
humanos los que en 1976 abarcaban 9,631 km² hasta 2011 donde esta superficie crece a 12,193 km². Esta ocupación destinada a las actividades humanas se hizo a costa de la pérdida de: 2,407 km² de bosques tropicales húmedos, 122 km² de bosques templados y 38 km² de humedales y vegetación costera.



Gráfica 3.6 Variación temporal de la cobertura vegetal y uso del suelo en la región Olmeque (km²)

Fuente: Pradera 2014. Actualización del Ordenamiento Ecológico del estado de Veracruz. Elaboró Social Value Institute





Mapa. 3.32 Evolución de la vegetación pérdida período 1976-2011 Región Olmeca
Fuente: Pradera 2014. Actualización del Ordenamiento Ecológico del estado de Veracruz

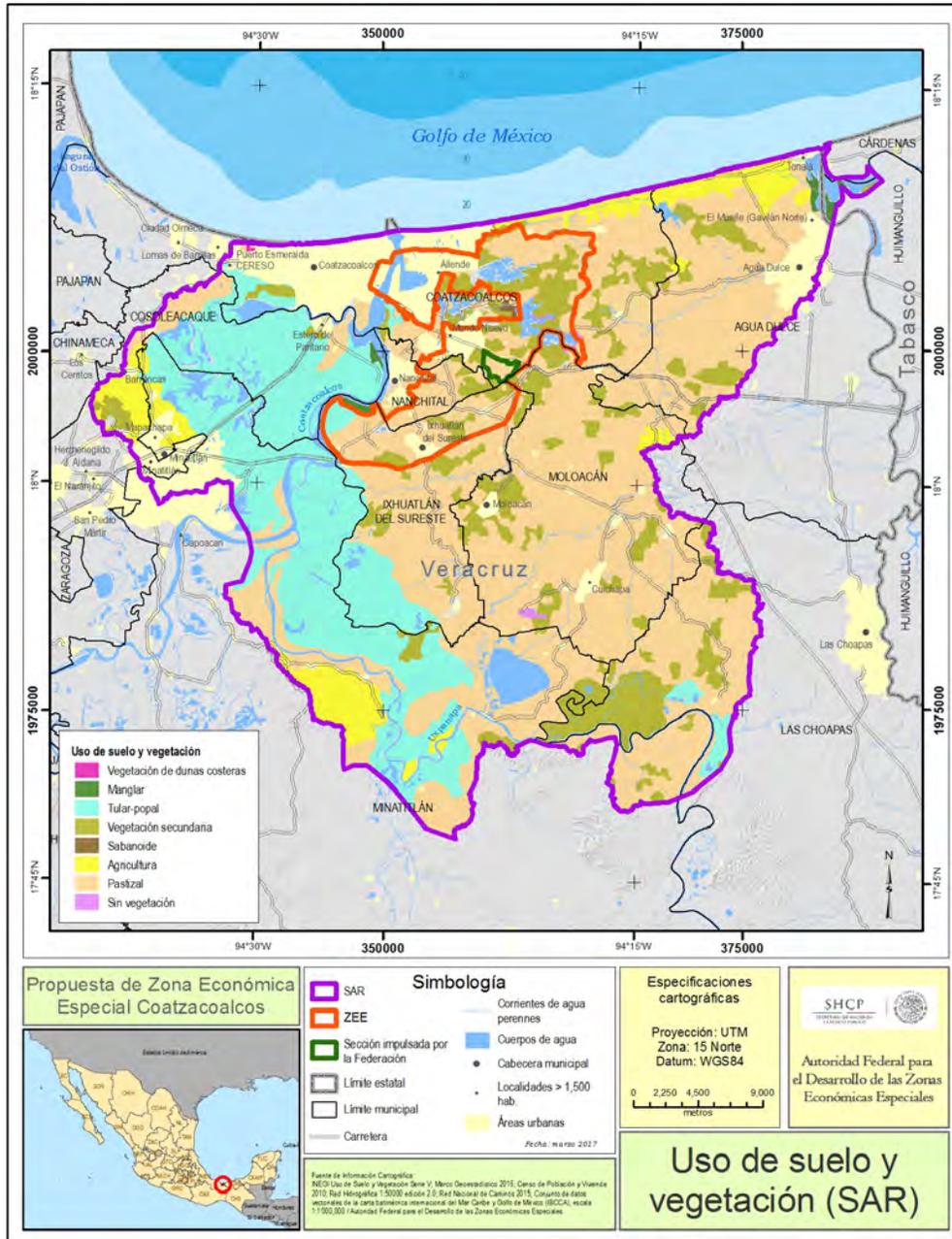
Descripción general de los tipos de vegetación

A partir de la serie V de INEGI (2011) se describen las comunidades vegetales y usos del suelo identificados en el SAR, posteriormente se particularizará lo referente a la ZEE, el cual se hizo a partir de un análisis actualizado de imágenes SPOT 2014 y verificación directa en campo.

El siguiente mapa muestra que en el año 2011 el SAR está ocupado en poco más de 63% de su superficie por pastizales ganaderos (51%), agricultura (5.7%) y zonas urbanas (6.5%) (siguiente grafica). La vegetación primaria presente en el SAR es predominantemente de humedales, destacando la asociación de tular popal que se encuentra en un área equivalente a 19.6 % del SAR,



seguido por la vegetación de dunas costeras y el manglar, ambos con 0.3% del área. Por la escala de este mapa quedan fuera remanentes de selva que se localizan colindando con la Zona Económica Especial, las cuales se harán visibles en el análisis detallado del ZEE mediante imagen satelital reciente. Destaca la superficie con vegetación secundaria (acahuales de selva) en 11.8 % del SAR y los cuerpos de agua con 5%.



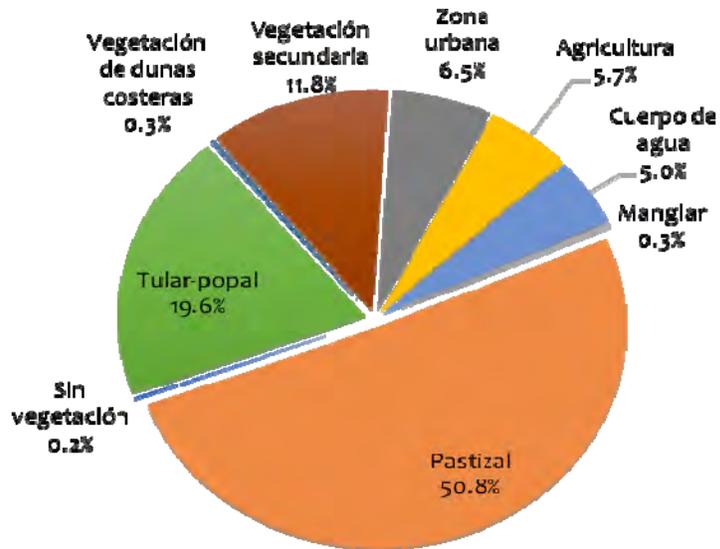
Mapa. 3.33. Vegetación y Uso del Suelo en el SAR.

Fuente: Social Value Institute.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono



inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.



Gráfica 3.7. Superficie (%) de ocupación de la vegetación y usos del suelo en el SAR.
Fuente: Social Value Institute

b) Vegetación ZEE (Superficie, distribución y evolución, riqueza, composición, estructura)

El mapa de vegetación y uso de suelo para el ZEE (Mapa 3.28) se generó a partir de dos insumos base: 1) tres segmentos de escena del sensor SPOT 6 de 2014 (fechas: 2014-05-29, 2014-04-26 y 2014-05-08) con resolución de 5 m en la imagen multiespectral y 1.5 m en la imagen pancromática, el cubrimiento de estas imágenes abarcan una superficie de 25 x 25 km, extensión que incluye el área de la ZEE y la ZEEF; y 2) Los modelos LiDAR de superficie y terreno de INEGI con resolución de 5 m que corresponden para este mismo cubrimiento de 25 x 25 km a las cartas E15A85 (c2,c3,f1,f2,f3,f4); E15A86 (a3,a4,d1,d2,d3,d4); E15C15 (c2) y E15C16(a1).

Método

Preparación de la información base: Para las tres imágenes de satélite y debido a la diferencia de las fechas se decidió trabajar cada imagen por separado. En ArcGIS 10.2 con la calculadora raster se calculó para las tres fechas de las imágenes multiespectrales el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) mediante la fórmula: $NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$, donde VIS = Rojo Visible y NIR = Infrarrojo Cercano. Este índice de vegetación puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y es particularmente sensible a la cubierta vegetal (Gilabert *et al.*, 1997)¹². El NDVI permite identificar

¹² Gilabert, M. A.; J. González-Piqueras y F. J. GarcíaHaro (1997). "Acerca de los índices de vegetación", Revista de Teledetección. España

la presencia de vegetación verde en la superficie y caracterizar su distribución espacial, así como la evolución de su estado a lo largo del tiempo.

Por otra parte, para los modelos LiDAR de terreno y superficie se realizó un mosaico de la misma extensión de 25 x 25 km que cubren las imágenes de satélite. A partir de estos modelos en ArcGIS 10.2 se calcularon los modelos del grado de pendiente de las laderas y altura de la vegetación, ambos con la misma resolución que los modelos originales. Para el modelo de pendientes se calculó en unidades de grados a partir del modelo de terreno; mientras que para la altura de la vegetación se calculó haciendo la resta del modelo de terreno al modelo de superficie.

Ya con la información base completa se procedió a hacer el mapa de vegetación por el método de segmentación-clasificación con los programas eCognition 8.0 y ArcGIS 10.2 (Mapa 3.33). Este proceso se realizó en dos fases descritas a continuación: En la primera fase se utilizó el programa eCognition 8 para realizar una segmentación de la imagen (consiste en la división o partición de la imagen en varias zonas o regiones homogéneas y disjuntas a partir de su contorno, su conectividad, o en términos de un conjunto de características de los píxeles de la imagen que permitan discriminar unas regiones de otras) y posteriormente dentro del mismo eCognition 8 se llevó a cabo una clasificación previa generalizada de estos polígonos para obtener un mapa no verificado de los tipos de vegetación. La segunda fase se realizó en ArcGIS 10.2 y consistió en la verificación y rectificación de las clases previas por el método de fotointerpretación para obtener el mapa final de vegetación. Este proceso de segmentación y clasificación se realizó tres veces para cada una de las fechas de las imágenes SPOT.

El detalle del método en cada fase se describe a continuación: En eCognition 8 para el proceso de la segmentación se utilizaron siete capas de información, estas son las cuatro bandas de las imágenes SPOT multispectrales (las tres bandas visibles azul, verde y rojo, así como la banda del infrarrojo cercano), el NDVI, la altura de la vegetación y la pendiente del terreno. Las reglas de criterio para la construcción de los polígonos permiten ponderar la contribución de cada una de estas capas para el cálculo de la homogeneidad de los polígonos. Para este ejercicio se consideraron con igual peso a todos los componentes, excepto a la banda del infrarrojo cercano la cual se definió con el doble peso ponderado debido a que con este criterio se determina el tipo de vegetación por su actividad fotosintética.

Otro criterio que determina el programa es el tamaño de los polígonos, para este caso se estableció una salida a una escala 1: 20,000. El resultado de esta segmentación es una capa de polígonos los cuales contienen las estadísticas de los promedios y desviación estándar de los valores de los píxeles de las siete capas de información base contenidos en cada uno de los polígonos generados y además se complementan con el cálculo de estadísticas de forma y color de los polígonos.

Con esta información estadística por polígono se procedió a hacer una clasificación previa de la vegetación basada en reglas jerárquicas de decisión. Los cuerpos de agua fueron diferenciados por sus valores del NDVI pues son valores bajos, las nubes y zonas desprovistas de vegetación son determinadas por los promedios de los niveles de brillantes de las cuatro bandas de color de las imágenes que son muy altos. Las zonas urbanas son clasificadas por el NDVI con valores bajos, pero con valores altos de homogeneidad.

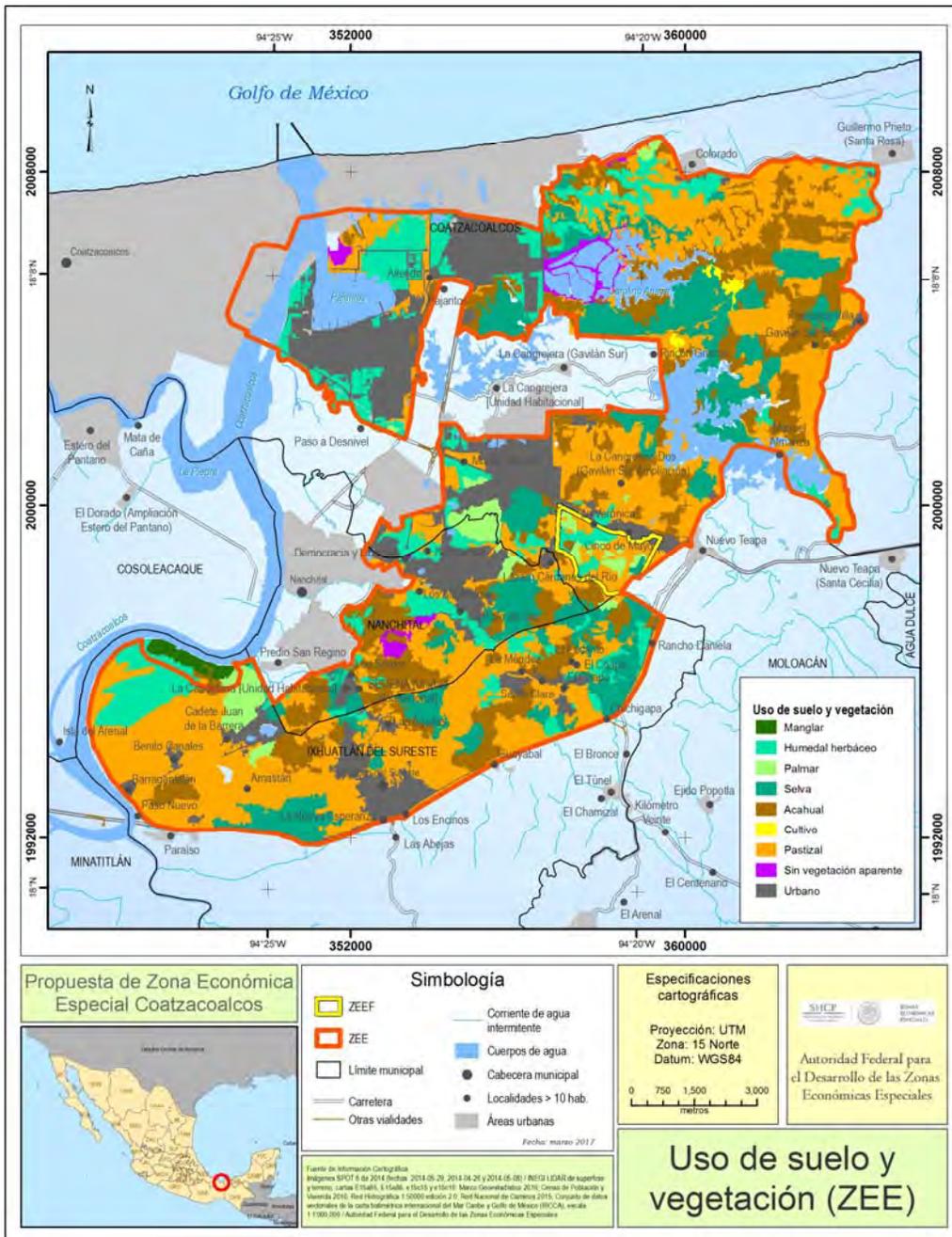


A partir de la altura de la vegetación se separan las categorías de arbolado y no arbolado. En el caso de los arbolados se diferencian los que están en zonas planas con pendiente del terreno menor a tres grados, definidos como arbolados inundables, y por otro lado se determinan los arbolados en pendientes mayores a tres grados en dos rangos de promedio de alturas de los menores a tres metros con NVDI bajos como arbolados Acahualados y los arbolados mayores a cinco metros como arbolados Naturales. Por último, se clasificaron las zonas no arboladas con alturas menores a 1.5 m donde se separaron los no arbolados en zonas planas menores a tres grados como humedales potenciales y los no arbolados en pendientes mayores a tres grados como pastizales. Los valores para la diferenciación de estas clases varían en cada una de las tres imágenes, sin embargo, las reglas para la diferenciación aplican para los tres procesos. Estas categorías de clasificación previa fueron exportadas junto con las estadísticas de los polígonos a un archivo shapefile para verificar o corregir las categorías en ArcGIS 10.2.

En el programa ArcGIS 10.2 se juntaron en un solo archivo los tres shapefile exportados de eCognition 8. A esta capa única de vegetación previa se le realizó la revisión y ajuste de las categorías mediante fotointerpretación. Este proceso se auxilió con la información de la imagen SPOT pancromática con resolución de 0.5 m, la capa de altura de la vegetación, con los sitios de verificación y fotografías tomadas en campo en la ZEE y alrededores por el equipo de trabajo y por último con los datos de sitios de verificación obtenidos de la información de vegetación y uso de suelo de 2004 realizado para el Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del río Coatzacoalcos.

El proceso de verificación por fotointerpretación consistió en revisar la clasificación previa clase por clase de vegetación; durante este proceso se definió el nombre final de la clase o en caso de existir la corrección el nombre de nueva clase ya con la categoría definitiva. En la fotointerpretación para las zonas arboladas se consideró el apoyo del NDVI y la estructura de las alturas de la vegetación para la identificación de las zonas de selvas conservadas y acahuales de selvas. En estas mismas zonas arboladas, con la fotointerpretación de la imagen pancromática, se identificaron las zonas de palmar, manglar y las zonas de cultivos permanentes de estructura arbolada. La verificación de las selvas inundables se realizó con el mapa de pendientes desplegando solo las zonas planas con pendiente menores a tres grados, en este tipo de vegetación se encontró un parche de vegetación de selva mediana inundable. En las zonas no arboladas inundables se pudieron diferenciar mediante la fotointerpretación los humedales herbáceos y los pastizales inundables auxiliándose con la capa pancromática y el NDVI. Los pastizales arbolados fueron identificados con ayuda de la capa pancromática.





Mapa. 3.34 Vegetación y Uso del Suelo en la ZEE.

Fuente: Social Value Institute.

La superficie referida para la ZEEF es de 195.2 ha.

Nota: El polígono amplio que se presenta en el Dictamen es de 12,846.75 ha, mismo que es un subconjunto del polígono inicial de 14,645 ha que se analizó en esta Evaluación Estratégica.

Por último, por consideraciones de funcionamiento paisaje-ecológico se realizó una diferenciación espacial de estas categorías y se consideraron aparte las vegetaciones que están sobre el sistema de dunas (cuatro clases de vegetación sobre dunas: humedal, palmar, pastizal y acahual de selva

mediana), al final del proceso se realizó una limpieza de los polígonos, se disuelven los polígonos con las mismas categorías finales y se recalculan las superficies y perímetros, de este modo el shapefile final contiene 20 categorías de tipos de vegetación y usos de suelo para el ZEE.

Cabe aclarar que para la edición cartográfica se decidió no considerar la diferenciación espacial de la zona de dunas de tal modo que se incorporaron las cuatro clases de vegetación sobre dunas en sus tipos originales de vegetación no diferenciada espacialmente. También se tomó la decisión de combinar la zona de playa con las zonas desprovistas de vegetación y se unieron los dos tipos de selvas inundables en una sola, de manera que resultó un mapa editado con solo 14 categorías.

En el ZEE se identifican remanentes de selva mediana (2,716.2 ha) distribuida en diversos fragmentos, la mayor parte de ellos están rodeados por acahuales de esa misma comunidad, los que abarcan 4,809.8 ha. Este proceso de acahualamiento es un indicador de abandono de tierras de agostadero, ya que la ganadería predomina en esta zona, pero se ha reducido por la disminución en los precios.

De ser ese el caso, convendrían evaluar la posibilidad de que los acahuales que no vayan a ser afectados por el proyecto se preserven para alcanzar su restauración natural a la vegetación original.

En este territorio hay varias comunidades vegetales que se consideran indicadoras de zonas sujetas a procesos de inundación, como son los pastizales inducidos, la selva y sus acahuales, palmares, diversos tipos de asociaciones vegetales como tular- popal y el manglar, los que se describen a continuación.

La principal actividad productiva en el ZEE es la ganadería, la cual se presenta en pastizales inducidos que abarcan 4,843.69 ha (Gráfica 3.8).



Gráfica 3.8 Superficie por tipo de vegetación y uso del suelo en el ZEE

Nota: los diferentes tipos de pastizales presentes se consideran como pastizal inducido; el humedal herbáceo considera la asociación vegetal de Popal-Tular. Fuente: Social Value Institute.

Al interior del polígono ZEE se aprecia la presencia de Tula-Popal (humedales herbáceos), palmares (generalmente asociados a zonas bajas inundables) y pastizales inducidos.



Descripción de la vegetación en la ZEE

Sistema de humedales

Los humedales son ecosistemas muy productivos, que acumulan concentraciones importantes de carbono, nitrógeno y fósforo, así como gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Desempeñan una importante función en la recarga hidrológica del suelo, así como en el control de inundaciones constituyendo embalses naturales. Juegan un importante papel como filtradores de agua e influyen en el control de la contaminación ya que la vegetación extrae importantes concentraciones de metales pesados, que finalmente, al morir las plantas, terminan en el fondo formando lodos anaeróbicos.

Manglar

Son comunidades características de aguas salobres, que se pueden considerar como una selva uniforme. Pueden alcanzar los 25 m de altura, aunque casi siempre son más bajos (Hernández X. y Miranda, 1963). Se establece sobre las partes bajas y riberas de los ríos, así como en las márgenes de las lagunas costeras. En la zona de estudio (ZEE) solo se identifica un fragmento de manglar al sur de la dársena de Pajaritos como un pequeño remanente de lo que posiblemente era la vegetación característica de la ribera del río Coatzacoalcos. Este remanente de manglar está rodeado por fragmentos de selva inundable, la cual separa al manglar de los humedales herbáceos. Las especies que componen el manglar forman estratos diferentes: *Rhizophora mangle* (mangle rojo) en estratos de 4 a 10 m, *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) con estratos de 8 a 12 m, *Avicennia germinans* (mangle negro) el más alto con estratos de 15 a 25 o 30 m, *Conocarpus erecta* (mangle botoncillo) de 4 a 12 m es el menos representado.



Manglares en la laguna El Ostión

Popal y tular

El popal es un tipo de vegetación herbácea que crece en lugares pantanosos o inundados prácticamente sin declive, que se llenan con agua permanente por filtración y de inundaciones, con una profundidad aproximada de un metro. Las plantas que componen el popal viven enraizadas en el fondo y tienen grandes hojas, largas y anchas, que sobresalen del agua y crecen densamente. Pertenecen al grupo de comunidades vegetales de zonas inundables tropicales (los humedales), por su forma de vida dominante. Los humedales están considerados como los ecosistemas más ricos, que presentan una gran cantidad de organismos invertebrados, principalmente crustáceos e insectos (bentónicos, limnéticos y litorales) y que son la base



Popal o *Thalia geniculata*



alimenticia de una compleja red trófica en la que participan anfibios, aves, reptiles y una gran variedad de herbívoros.

En el ZEE se encuentran en la ribera del río Coatzacoalcos, al norte de Pajaritos y rodeando la zona sur de la presa de La Cangrejera.

Tomando en consideración que no existe un sistema de clasificación propio para las comunidades vegetales de zonas inundables tropicales, bajo esta denominación se agrupan diferentes asociaciones ampliamente distribuidas en la zona, caracterizándose por constituir densas agrupaciones de herbáceas que cubren gran parte de la planicie inundada durante 9 meses del año y en otras permanentemente inundadas.

Hidrófitas emergentes

Bajo esta denominación se agrupan diferentes asociaciones ampliamente distribuidas en el SAR y en la colindancia del ZEE con la ribera del río. Se caracterizan por constituir densas agrupaciones de herbáceas que cubren gran parte de la planicie inundada durante 9 meses del año. En algunos sectores donde el nivel del agua disminuye ligeramente debido a la topografía, este tipo de vegetación se encuentra representada por manchones o masas de diferentes especies, compuesta cada una de ellas por una sola especie, entre las que se encuentran *Rhynchospora aristata*, *Rhynchospora dives* y *Rhynchospora sp.*



Tular o *Typha domingensis*

En esta región hacen sus nidadas y pasan los inviernos muchas aves, por lo que este tipo de vegetación de humedales constituye un sitio importante para la migración ofreciendo un espacio de descanso e incluso de reproducción, ya que permite la residencia y conservación de un gran número de especies silvestres. Por mucho tiempo, se ha considerado a los pantanos y las zonas inundables como páramos improductivos y hasta nocivos. Hoy es conocida su importante función y, sin embargo, el impacto de la actividad humana pone en entredicho su futuro. De hecho, en la región de estudio, muchos humedales siguen siendo utilizados como depósitos de basura y de desechos químicos; han sido desecados para obtener 'tierra firme' sobre la cual construir asentamientos humanos o campos de cultivo y, algunos más, se han incorporado a grandes presas y embalses.

Selva inundable

Es un tipo de vegetación ampliamente distribuido en los bajos que bordean las zonas que permanecen inundadas la mayor parte del año, o bien se localizan sobre los márgenes de los ríos de mayor caudal como el Tonalá, Coatzacoalcos y Uxpanapa, que desbordan continuamente cubriendo superficies pequeñas, pero en conjunto son representativas. En el ZEE sobreviven algunos fragmentos de selva inundable localizados principalmente al sur del polígono de la ZEE y otro al norte cercano a la costa.



La talla del estrato arbóreo no rebasa los 15 m y la composición florística es muy específica para esta comunidad, caracterizada por especies adaptadas al hábitat inundable, cuyos elementos permiten diferenciar este tipo de vegetación de los demás presentes en estas zonas. La asociación más característica en este tipo de vegetación es la formada por *Annona glabra*, *Chrysobalanus icaco* y *Pachira aquatica*, la cual tiene una altura que va de los 2.5 a 4.5 m cuando constituye manchones de vegetación aislados, y puede alcanzar los 8 m en zonas que presentan algún cambio topográfico.

Selvas

Selva mediana perennifolia

Es una comunidad muy densa y en general con la misma composición florística que la selva alta perennifolia, pero con elementos de menor tamaño. Se encuentra principalmente en las zonas elevadas de los lomeríos, en alturas que van de los 600 a 900 m s.n.m. y en forma de relictos en los lomeríos bajos, pero con pendientes fuertes en la cuenca baja del Coatzacoalcos. En el ZEE quedan pocos fragmentos de esta comunidad, dispersos en toda el área, pero no dentro del polígono de la ZEE.

En esta región la comunidad de selva mediana presenta una riqueza considerable de 27 especies por 100 m². El único lugar donde se encuentra en muy buen estado de conservación es en la reserva de Industrias Troy que se localiza fuera de la ZEE, pero dentro del SAR y debe preservarse ya que en ella se encuentra el banco de semillas más cercano e importante para la restauración de esta comunidad en el entorno de la ZEE. En este sitio la selva mediana está caracterizada por la especie arbórea dominante *Vochysia guatemalensis*. Las especies más características del estrato arbóreo en este tipo de vegetación son: *Ficus pertusa*, *Licaria capitata*, *Nectandra globosa*, *Cynometra retusa*, *Lonchocarpus rugosus*, *Bursera simaruba*, *Sloanea terniflora*, *Manilkara zapota*, *Calophyllum brasiliensis*, *Rheedia edulis*. Para el estrato arbustivo las especies más representadas son: *Astrocaryum mexicanum*, *Miconia hyperprasina*, *Gautteria amplifolia*, *Piper nitidum*, *Hibiscus furcellatus*, *Miconia impetiolearis*, *Ouratea guatemalensis*, *Tococa guianensis*, *Cecropia sp.*, *Alibertia edulis*, *Psychotria poeppigiana*.

Acahuales

En esta zona es frecuente que después de unas cuantas cosechas se abandonan las parcelas y aparezca la vegetación secundaria en sus distintas etapas, hasta transformarse en acahuales. En tanto que otras parcelas son chapeadas de las malezas para convertirse en potreros de zacates nativos llamados "gramas". Se puede considerar que un acahual es joven, si ha sido abandonado entre uno a dos años atrás. Presentan una fisonomía de pastizales abandonados o descuidados; Se puede considerar que un acahual es viejo con más de 15 a 20 años de abandono, presentando predominancia de especies características de las selvas altas o mediana perennifolia.



Allouata palliata (Mono aullador) en un acahual medio cuenca baja del Coatzacoalcos

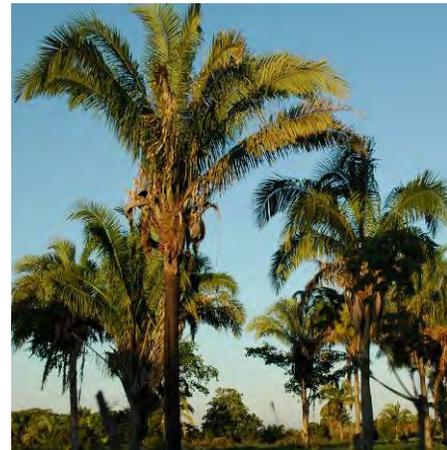


En el ZEE se registraron acahuales de selva mediana y de selva inundable, fuera del polígono de la ZEEF. Frecuentemente, los acahuales viejos se derivan del abandono de potreros y es una comunidad que se encuentra en diferentes etapas de regeneración, siendo más característica en los potreros que en las áreas de cultivo. Esta comunidad puede presentar una alta riqueza de hasta 50 especies por 100 m². El acahual viejo está caracterizado en el estrato arbóreo por *Manilkara zapota*, *Trophis mexicana*, *Pseudolmedia oxyphyllaria*, *Calophyllum brasiliense*, *Ocotea dendrodaphne*, *Dendropanax arboreus*, *Spondias radlkoferi*, *Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus mexicanus*, *Schizolobium parahybum*, *Belotia sp.*, *Trema micrantha*, *Ochroma lagopus*, *Cordia alliodora*.

Los acahuales jóvenes al igual que la sabana, son comunidades que presentan una alta riqueza de especies. Está caracterizado principalmente por dos estratos, el arbustivo de 1 a 5 m de altura y el herbáceo. El estrato arbustivo está caracterizado por: *Stemmadenia gabra*, *Psidium guajava*, *Hyptis verticillata*, *Solanum rudepanum*, *Solanum schlechtendalianum*, *Conostegia xalapensis*, *Vernonia patens*. Las especies más características del estrato herbáceo de esta comunidad son: *Sida rhombifolia*, *Desmodium incanum*, *Blechum brownei*, *Stachytarpheta jamaicensis*, *Mimosa pudica*, *Phyllanthus amarus*, *Elephantopus mollis*, *Spermacoce assurgens*, *Paspalum plicatulum*, *Panicum laxum*, *Cynodon dactylon*.

Palmares

Los remanentes de palmar que se localizan en el ZEE se encuentran en áreas diferenciadas en general muy cercanas a los cuerpos de agua en zonas bajas frecuentemente semi-inundadas. Se piensa que esta vegetación se ve favorecida por la perturbación de la vegetación natural como son las selvas, encinares, etc., que se encuentran de forma aleadaña a estas comunidades. Los palmares del área de estudio están caracterizados principalmente por *Scheelea liebmannii* y *Sabal mexicana*.



Scheelea liebmannii

Pastizal inducido (cultivado o potrero)

En el ZEE la comunidad dominante es el pastizal forrajero, presentando diversas combinaciones: pastizales con árboles aislados, con cercas vivas, con palmares, y con cultivos perennes o anuales, conformando paisajes heterogéneos. Por esta razón, la riqueza es bastante variable, desde 13 especies en los pastizales más cuidados o con menos arbustos, hasta 28 especies en los pastizales con un estrato arbustivo más desarrollado.

Generalmente son de altura media (20 a 70 cm.), aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen mucho más bajos. Las especies más comunes en la zona son: *Cynodon plectostachyus*, *Panicum maximum*, *Echinochloa polystachya*, *Paspalum sp.*, *Pennisetum purpureum*, *Digitaria ciliaris*, *Eragrostis prolifera*, *Paspalum plicatulum*, *Rhynchelytrum repens*.



Especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Las condiciones ecológicas que presenta la zona de estudio han sido propicias para el establecimiento de numerosas especies de plantas vasculares, de las cuales algunas se encuentran amenazadas o en peligro de extinción. De las especies registradas en esta región, más del 50 % se encuentran en las selvas altas y medianas perennifolias y subcaducifolias, muy poco representadas en el SAR y no identificadas en el ZEE, excepto por pequeñas reservas privadas cercanas o dentro de a la zona de influencia (como es el área protegida de Jaguarundi, o la selva de industrias Troy). Este hecho incrementa la importancia de conservar y proteger los pequeños relictos de la vegetación primaria, principalmente de las selvas mencionadas anteriormente. Destaca la selva alta perennifolia como la comunidad que alberga el mayor número de especies protegidas. A continuación, se presenta el listado de las especies de flora bajo estatus para el área de estudio (SAR) según la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Nombre científico	Tipo de vegetación	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
<i>Acosmium panamense</i> (Benth.) Yakovlev	SAP	A
<i>Asplenium serratum</i> L	SAP	A
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	SAP	A
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	M	Pr
<i>Bactris balanoidea</i> (Oersted.) H. Wendl	S, BG	R
<i>Bravaisia integerrima</i> (Sprengel.) Standley	SAP	A
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	SBSC, SMP	A
<i>Ceratozamia mexicana</i> Brongn. var. <i>robusta</i> (Miq.) Dyer	SAP	P, E
<i>Ceratozamia euryphyllidia</i> Vazquez-Torres, Sabato	SAP	A, E
<i>Ceratozamia miqueliana</i> Wendl	SMP, SAP	P, E
<i>Cnemidaria decurrens</i> (Liebm.) R. Tryon	SAP	R
<i>Cornus florida</i> L	BE	R
<i>Criosophila argentea</i> Burt	SMP, VDC	A
<i>Chamaedorea ernesti-augusti</i> H. Wendl	SAP	A
<i>Chamaedorea elegans</i> Mart	SAP, SBP	I
<i>Dieffenbachia seguine</i> (L.) Schott	SAP	A
<i>Enterolobium schomburkii</i> Benth	SAP	A
<i>Guatteria anomala</i> R.E. Fries	SAP	A
<i>Hamelia rovirosae</i> Wernham	SAP	R
<i>Hoffmannia chiapensis</i> Standley	SAP	R
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn F	M	Pr
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	SBP	P



Nombre científico	Tipo de vegetación	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
<i>Louteridium parayi</i> Miranda	SAP	P
<i>Louteridium mexicanum</i> (Baillon) Standley	SAP	R
<i>Lycopodium dichotomum</i> Jacq	SAP	A
<i>Monstera tuberculata</i> Lundell	SAP	A
<i>Mortoniodendron guatemalense</i> Standley & Steyerl	SAP	P
<i>Olmeca reflexa</i> Soderstrom	SAP	P, E
<i>Olmeca recta</i> Soderstrom	SAP	P, E
<i>Oncidium incurvum</i> (Lindl.) Baker	SBP	A, E
<i>Ormosia isthmensis</i> Standley	SAP	P
<i>Pleurothallis glandulosa</i> Ames	SAP	R
<i>Polypodium triseriale</i> Swartz	SAP	A
<i>Psycmorchis pusillum</i> (L.) Dodson & Dressler	BG	R
<i>Reinhardtia gracilis</i> (H. Wendl.) Burret	SAP	R
<i>Rhizophora mangle</i> L	M	Pr
<i>Senecio orcuttii</i> Greenman	SAP, SMP	P
<i>Sloanea terniflora</i> (Moc. & Sesse) Standley	SAP	R
<i>Spathiphyllum friedricksthalli</i> Schott	SAP	A
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Smith	SAP	A
<i>Stanhopea oculata</i> (Lodd.) Lindl	SAP	A
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nicholson	SAP	A
<i>Talauma mexicana</i> (DC.) Don	SAP, BC	A
<i>Tetrorchidium rotundatum</i> Standley	SAP	A
<i>Teuscheria pickiana</i> (Schltr.) Garay	SAP	R
<i>Vatairea lundelli</i> (Standley.) Killip. ex Record	SAP	P
<i>Yucca lacandonica</i> Gomez-Pompa & Valdez	SAP	A
<i>Zamia purpurea</i> Vovides, Rees & Vazquez-Torres	SAP	P
<i>Zamia loddigesii</i> Miq	S, BE	A

Cuadro 3.27. Listado de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR
Abreviaciones: Categorías- amenazadas (A), Peligro de extinción (P), Raras (R), Indeterminada (I), Protección especial (Pr), especies endémicas (E); Tipos de vegetación: Manglar (M), sabana (S), Selva alta perennifolia (SAP), Selva baja perennifolia (SBP), Selva baja subcaducifolia (SBSC), Selva mediana perennifolia (SMP), bosque de encino (BE), bosque caducifolio (BC), bosque de galería (BG) vegetación de dunas costeras (VDC). Fuente: Social Value Institute

El siguiente cuadro muestra las asociaciones vegetales existentes y porcentajes en sus tres niveles.



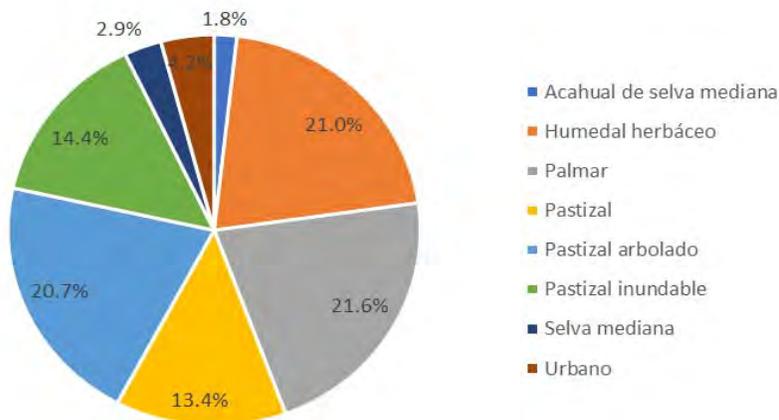
DESCRIPCIÓN DE TIPO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (INEGI)	ZEEF (ha)	ZEE (ha)	SAR (ha)	PROPORCCION DE LA SUPERFICIE DE LA ZEE CON RESPECTO AL SAR (%)
Manglar	-	2.07	465.92	0.44
Palmar	59.44	335.03	462.39	72.46
Selva inundable	-	-	1,792.68	0.00
Selva mediana perennifolia	8.08	1,935.04	2,716.95	71.22
Popal-tular (humedal herbáceo)	57.73	1,568.78	28,848.87	5.44
Acahual de selva mediana perennifolia	4.91	2,186.58	14,241.64	15.35
Acahual de selva inundable	-	-	1,395.45	0.00
Cultivo	-	34.78	7,888.34	0.44
Pastizal inducido	133.58	4,843.69	74,839.22	6.47
Cuerpos de agua	-	1,029.89	7,378.80	13.96
Urbano	11.46	2,420.96	6,679.75	36.24
Sin vegetación aparente	-	288.96	432.21	68.86
Playa	-	-	374.47	0.00

Cuadro 3.28 Distribución de la superficie de ZEEF, ZEE y SAR y su porcentaje de las asociaciones vegetales presentes en el área del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Fuente: Social Value Institute

c) Vegetación y usos de suelo en la ZEEF (Superficie, distribución y evolución, riqueza, composición, estructura)

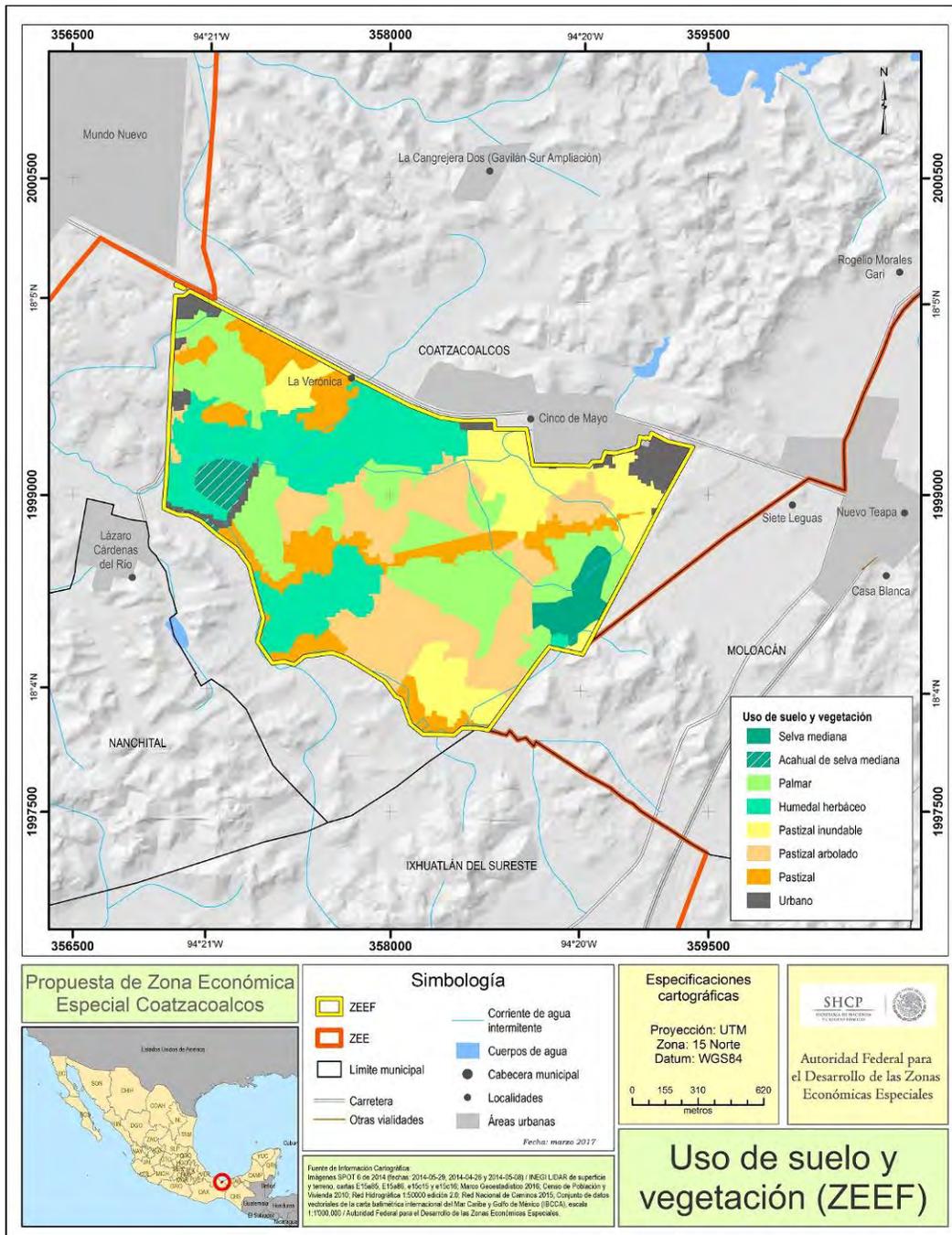
Al interior del polígono ZEEF, se aprecia la presencia de Popal-tular, palmar asociado a pastizales inducidos en zonas bajas inundables. La estructura de la vegetación de la ZEEF se presenta en el siguiente gráfico y mapa.



Gráfica 3.9. Proporción de vegetación y usos del suelo en la ZEEF.

Nota: los diferentes tipos de pastizales presentes se consideran como pastizal inducido; el humedal herbáceo considera la asociación vegetal de Popal-Tular. Fuente: Social Value Institute





Mapa. 3.35 Vegetación y Uso del Suelo en la ZEEF.

Nota: los diferentes tipos de pastizales presentes se consideran como pastizal inducido; el humedal herbáceo considera la asociación vegetal de Popal-Tular. Fuente: Social Value Institute. La superficie referida para la ZEEF es de 195.2 ha. .



Descripción de los tipos de vegetación presente en la ZEEF

Palmares

El palmar que se localiza en ZEEF se encuentra entremezclado con pastizal inducido, así como con la Selva Media Perennifolia y en áreas cercanas a cuerpos de agua, esta vegetación se ve favorecida por la perturbación de la vegetación primaria que para el caso de la ZEEF es la Selva Media Perennifolia, el palmar se encuentra caracterizado por la especie *Attalea butyracea*. **La superficie ocupada en el polígono de la ZEEF Coatzacoalcos por el Palmar es de: 59.44 ha.**

Selva media perennifolia

La característica de esta selva es que comparte muchas características con la Selva Alta Perennifolia, sin embargo, la diferencia más significativa es que la altura de los árboles es menor, del orden de 15 a 25 metros, algunas veces también esta selva se conoce como Selva Media Subperennifolia o subcaducifolia, debido a que muchos de sus árboles quizá cuando menos la mitad de ellos pierden sus hojas durante la temporada de sequía, algunos de ellos solo por semanas. La luz al interior de esta comunidad es mayor que en la selva alta, lo que favorece el desarrollo de plantas de sotobosque (plantas semileñosas o no leñosas, no mayores a 1.5 metros de altura, entre los árboles que la componen en la ZEEF esta: *Cordia sp*, *Cynometra retusa*, *Attalea butyracea*, *Calophyllum brasiliensis*, *Spondias mombin*, *Alicastrum brownei*, *Xanthoxylum sp*, *Bursera simaruba*, *Rheedia sp*. **La superficie ocupada en el polígono de la ZEEF Coatzacoalcos por la Selva Media Perennifolia es de: 8.08 ha.**

Acahual

El acahual de la Selva Media Perennifolia, derivado de la vegetación primaria o de potreros o del abandono de los mismos es una de las comunidades más representadas dentro de la ZEEF, en algunas áreas del polígono se encuentran acahuales de la selva media combinados con palmar. Este acahual presente se encuentra en diferentes etapas de regeneración, siendo más característica en las áreas de ocupación por potreros, lo que se pudo observar es que el acahual presente en la ZEEF, no se puede considerar como viejo debido a que este no presenta una gran diversidad de especies. Es importante señalar que este acahual presente en el polígono puede funcionar como un banco de reserva de germoplasma para la recuperación de la selva original que en su momento estuvo presente de manera significativa. También es importante por ser un excelente hábitat de fauna silvestre, en este sentido la fracción norte del polígono tiene una conectividad entre los manchones de acahual detectado, selva media y cuerpos de agua, lo que hace que cumpla dos funciones primordiales, la primera para recuperación de selva y la segunda como un refugio de fauna silvestre, así como zona de amortiguamiento a las actividades industriales que se pretendan desarrollar en el polígono de la ZEEF.

Las especies más características de esta comunidad son las gramíneas y compuestas, la etapa de regeneración de esta comunidad en el polígono es de un acahual joven ya que este es muy característico cuando hay presencia de potreros y se encuentra bien caracterizado por el estrato arbustivo y herbáceo. El arbustivo representado por *Psidium guajava*, *Solanum rudepanum*, *Vernonia patens*. En el estrato herbáceo; *Mimosa púdica*, *Desmodium incanum*, *Paspalum plicatulum*, *Panicum laxum*. **La superficie ocupada en el polígono de la ZEEF Coatzacoalcos por el Acahual-Selva Media perennifolia es de: 4.91 ha.**



Pastizales inducidos

Dentro del polígono existe la presencia de pastizal forrajero, donde se forma un mosaico cuando se encuentra asociado a otras especies tanto arbóreas como arbustivas, se presentan en la ZEEF diversas combinaciones pastizal arbolado y pastizal inundable aislados (*Piper nitidum*), con cercas vivas, con palmares (*Attalea butyracea*), conformando un paisaje muy heterogéneo.

El pastizal detectado dentro de la ZEEF, es de origen cultivado o introducido como especie forrajera para pastoreo de la ganadería existente, la cual es criolla y de doble propósito, la altura de los pastos detectados en promedio oscila entre los 20 a 70 cm de altura, aunque en los espacios ocupados por ganado debido el pastoreo la altura permanece mucho más baja al promedio detectado. El conjunto de pastos detectados dentro del polígono representa el 72% de toda la superficie del polígono de la ZEEF Coatzacoalcos (238.8 ha).

En algunas zonas de la fracción sur del polígono en su parte sur, este y oeste, los pastos tienden a ser puros y en el resto del predio son pastizales combinados con arbolado (*Attalea butyracea*, *Bursera simaruba*, *Piper nitidum*, *Byrsonima crassifolia*) y cerca viva, mismo que pueden presentar relictos arbóreos que no llegan a formar masas forestales de selva.

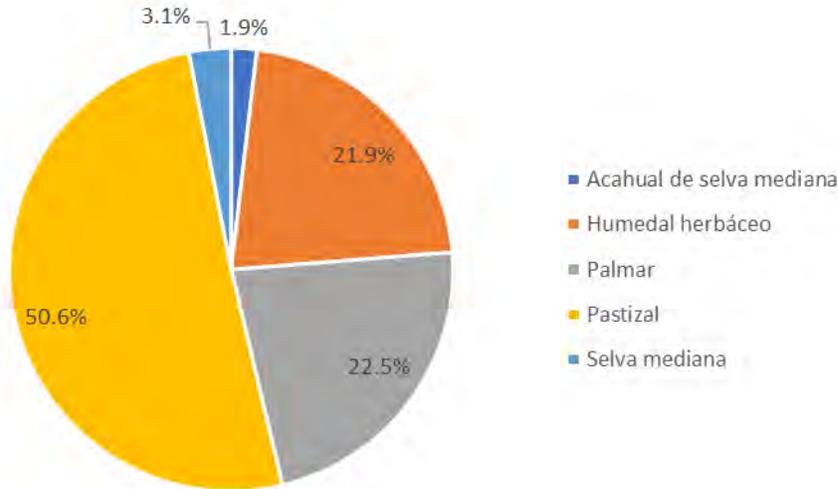
La mayor parte de los arboles detectados de manera aislada suponemos que alguna vez formaron parte de la selva media perennifolia y hasta el momento juegan un papel de recolonización de la vegetación original y como receptores de semillas de otras especies, las cuales son transportadas por las aves al perchas estas últimas en los árboles, funcionando también dichos árboles aislados como exportadores de germoplasma por medio de las semillas que son transportadas por las aves en el área, estos árboles en su mayoría suponemos también fueron dejados para proveer de sombra al ganado. **La superficie ocupada en el polígono de la ZEEF Coatzacoalcos por pastizal inducido en sus diversas formas es de 133.58 ha, repartidas dicha superficie de la siguiente manera: pastizal 36.92 ha; pastizal arbolado 56.97 ha y pastizal inundable 39.69 ha.**

Popal- Tular

Los humedales son ecosistemas muy productivos, que acumulan concentraciones importantes de carbono, nitrógeno y fósforo, así como gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Desempeñan una importante función en la recarga hidrológica del suelo, así como para el control de inundaciones constituyendo embalses naturales. Juegan un importante papel como filtradores de agua e influyen en el control de la contaminación ya que la vegetación extrae importantes concentraciones de metales pesados, que finalmente, al morir las plantas, terminan en el fondo formando lodos anaeróbicos. El sistema está representado por las especies como: *Thalia geniculata*. **La superficie ocupada en el polígono de la ZEEF Coatzacoalcos por esta asociación vegetal Popal-tular es de 57.63 ha.**

En la siguiente figura se puede apreciar la composición de los tipos de vegetación presentes en la ZEEF Coatzacoalcos, así como el porcentaje que representa cada una de ellas.





Gráfica 3.10 Tipo de vegetación y proporción de la superficie ocupada (%) en la ZEEF
Fuente: Social Value Institute

Metodología de muestreo para caracterización de la vegetación

Trabajo de Gabinete

Se realizó la búsqueda de fuentes bibliográficas (cartas topográficas y datos de INEGI, imágenes satelitales, información del inventario Nacional Forestal, etc.) para caracterizar los diferentes tipos de vegetación que se distribuyen en el Sistema Ambiental Regional (SAR), y específicamente para la ZEE y ZEEF Coatzacoalcos.

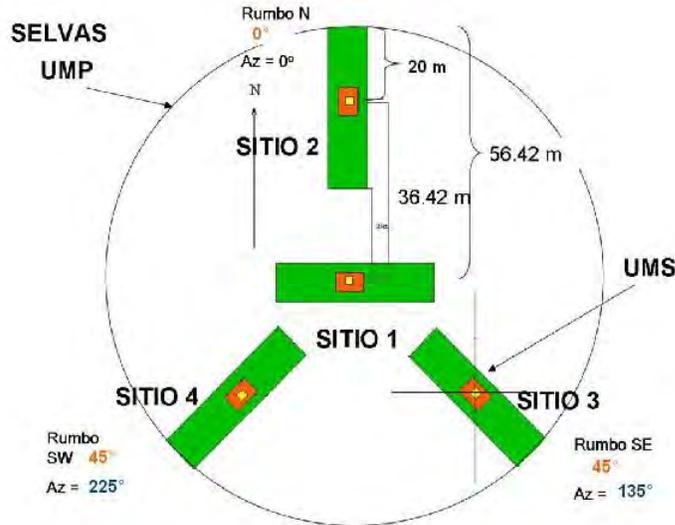
Se evaluaron los listados florísticos regionales, para generar un panorama de las especies que se distribuyen dentro del SAR, del cual se deriva la lista de especies de probable ocurrencia. Esta lista se comparó con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para detectar especies bajo algún estatus de protección. Con la información se delimitaron las unidades de vegetación y un mapa base para establecer los sitios de muestreo “dirigidos” dentro del polígono de estudio (ZEE). Debido a condiciones de inseguridad en la zona bajo estudio que no permitió un muestreo extenso (en el polígono de la ZEE las brigadas de muestreo, estuvieron acompañados por personal asignado por las autoridades ejidales y solo hasta las 9 PM), se decidió el siguiente método, para validar la vegetación del SAR. Con imágenes SPOT, se detectó la vegetación (método descrito en la sección de vegetación de la ZEE) que se ubica en la ZEE. Los resultados se compararon contra lo detectado en el polígono de la ZEEF, obteniendo congruencia entre la vegetación detectada por tipo, y lo obtenido en muestreos directos. De esta forma se validó el muestreo en un área mayor correspondiente a la ZEEF.

Trabajo de campo

El muestreo de vegetación se realizó en base al Manual de procedimientos de muestreo para el Inventario Nacional Forestal de CONAFOR, el tipo del conglomerado en todos los tipos de vegetación corresponde a una “Y invertida”, variando la forma de las unidades de muestreo secundarias, rectangular para el caso de las selvas, mientras que para los demás tipos de vegetación es de forma



circular; el área en ambos diseños de las parcelas es la misma (para mayor detalle ver Anexo 3.2 “Metodología de muestreo de vegetación”). La unidad de muestreo estará integrada por 4 unidades circulares de registro o sitios equidistantes del centro a cada 45.14 m, cuya distribución se observa en las figuras siguientes de acuerdo a cada diseño.



	Sitio de 400 m ² (4x10). Para medir árboles con diámetro mayor de 7.5 cm
	Subsitio de 12.56 m ² (3.54 x 3.54 m). Para registrar renuevo: elementos con DN < 7.5 cm y altura >= 25 cm (no se registra información de suelos).
	Subsitio de 1m ² (L= 1m). Para registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes.
+	Transectos de muestreo de 15 m registro de información de combustibles forestales.

Mediante unidades de muestreo en conglomerados de “Y invertida”, utilizando unidades de muestreo secundarias de las siguientes dimensiones:

- Sitio de 400 m² (4x100 m). En el que se registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5 cm
- Subsitio de 12.56 m² (3.54 x 3.54 m). En el que se mide y registran los ejemplares por género, la frecuencia y regeneración natural, constituido por los árboles pequeños que tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm
- Subsitio de 1m² (L= 1m). Para registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes y sus características de la superficie del suelo presentes en el sustrato.
- Transectos de muestreo de 15 m registro de información de combustibles forestales.

En cada transecto se registraron individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos, de cada individuo se registró la altura, distancia que ocupan en la línea del transecto (cobertura), en árboles se añade



diámetro a la altura del pecho (1.3 m DAP); se colectarán ejemplares de los individuos censados que se desconociera su nombre científico y se pensarán mediante el método tradicional descrito por Lot y Chiang (1986).

CONGLOMERADO DE MUESTREO	Tipo de vegetación	Coordenadas UTM (X)	Coordenadas UTM (Y)
1	Palmar	358288.36	1998538.70
2	Selva mediana perennifolia	358860.14	1998574.46
3	Pastizal inducido - palmar	357407.11	1998810.68
4	Pastizal inducido - palmar	357248.81	1999676.97
5	Acahual – selva mediana perennifolia	357524.91	2000103.88
6	Pastizal inducido – selva mediana perennifolia	359430.42	1999887.80

Cuadro 3.29 Selección y ubicación de puntos de muestreo para la caracterización de los tipos de vegetación en la ZEEF
Fuente: Social Value Institute

Crterios para la estratificación de la vegetación.

Estrato arbóreo: Los individuos que cuenten con un diámetro normal (DAP) a la altura de 1.30 m sobre la superficie del suelo, igual o mayor a 7.5 cm, empleando una cinta diamétrica en Tela Forestry Suppliers y/o forcípula forestal Tnc.

Estrato arbustivo: Como parte del estrato arbustivo se consideran aquellos individuos leñosos con un diámetro normal inferior de 7.5 cm en su tallo (fuste) y mayor a 1 cm a una altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo, no importando la altura total que alcancen.

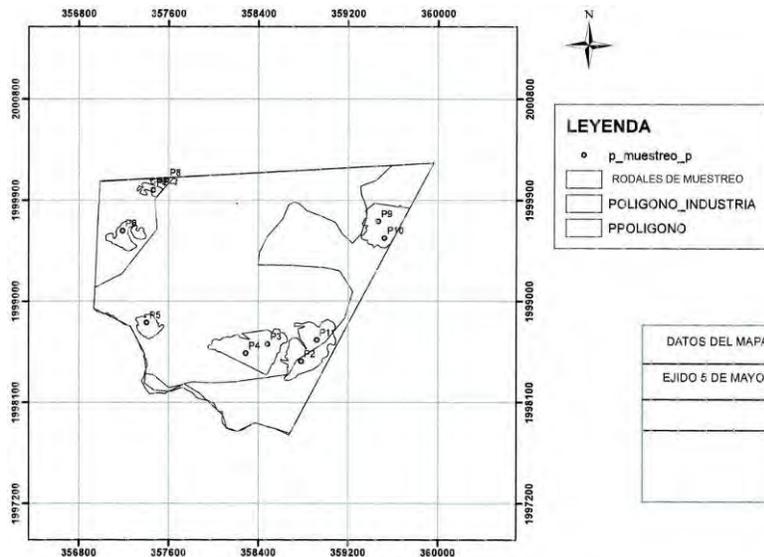


Figura 3.10 Conglomerados de Muestreo de Vegetación en la ZEEF
Fuente: Social Value Institute



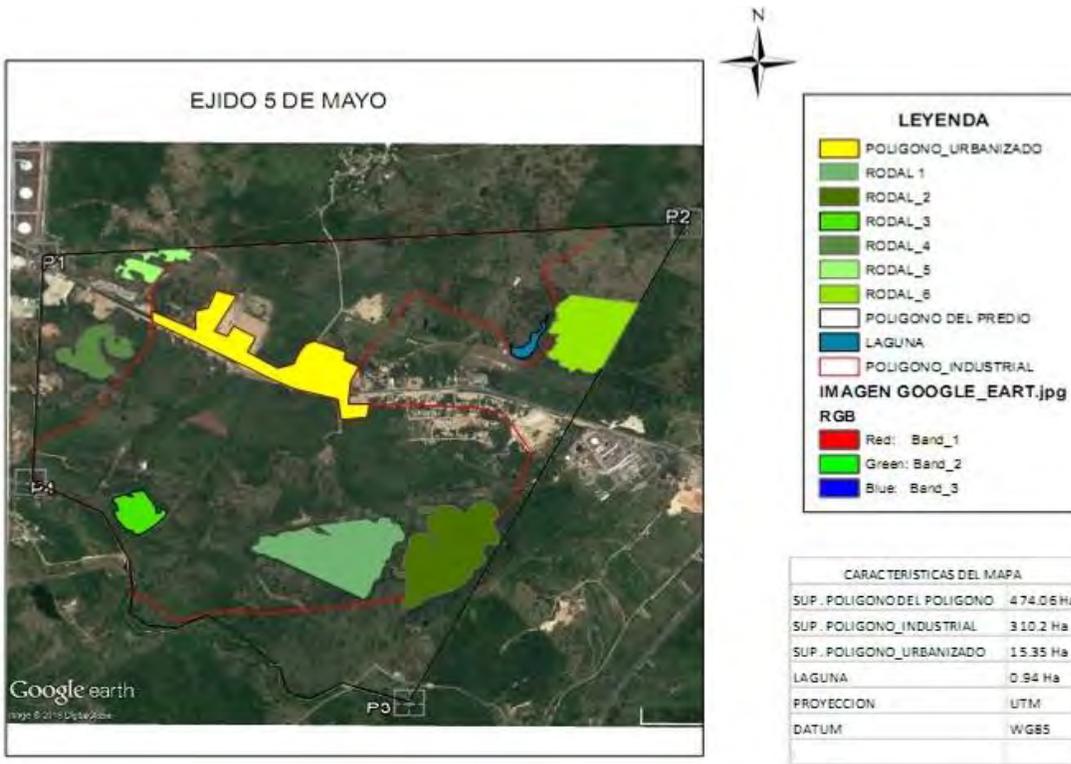


Figura 3.11 Conglomerados de Muestreo acotados a la ZEEF
Fuente: Social Value Institute

Resultados por conglomerado de muestreo

Conglomerado 1 (Tipo de vegetación Palmar)

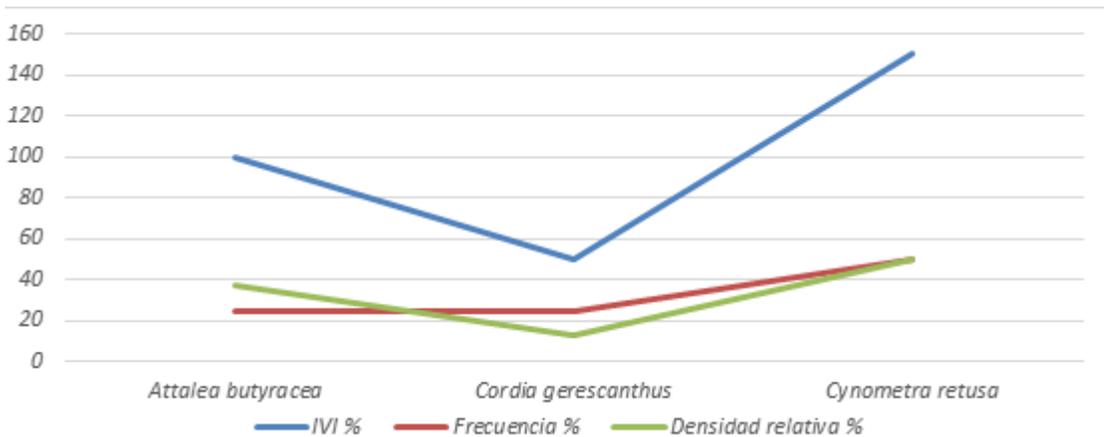
Estrato Arbóreo: Los árboles son los elementos más abundantes, con tallas de hasta 25 m de altura. Es abundante la presencia de lianas y en menor escala de epífitas. Las especies de este tipo de vegetación son similares a las de selva alta, pero con dimensiones estructurales menores. Las especies presentes en este conglomerado son por orden de dominancia: *Attalea butyracea*, *Cynometra retusa* y *Cordia gerascanthus*. El IVI lo representa *Cynometra retusa* con 150%.

El índice de diversidad H' es muy bajo de 0.70, lo que significa que no hay diversidad y/o presencia de un número significativo de especies. En el siguiente cuadro se aprecia los resultados del análisis de la vegetación en el conglomerado 1 para su estrato arbóreo.

CONGLOMERADO 1 Estrato arbóreo de Palmar						
No.	NOMBRE CIENTIFICO	Índice de diversidad H'	Densidad relativa %	Frecuencia relativa %	Dominancia relativa %	IVI %
1	<i>Attalea butyracea</i>	0.36	37.50	25.00	37.50	100.00
2	<i>Cordia gerascanthus</i>	0.25	12.50	25.00	12.50	50.00
3	<i>Cynometra retusa</i>	0.34	50.00	50.00	50.00	150.00
TOTAL		0.95	100	100	100	300.00

Cuadro 3.30 Determinación de parámetros ecológicos en conglomerado 1 de vegetación arbórea de Palmar.
Fuente: Social Value Institute





Gráfica 3.11. Índices ecológicos (conglomerado 1) estrato arbóreo de Palmar en la ZEEF
Fuente: Social Value Institute

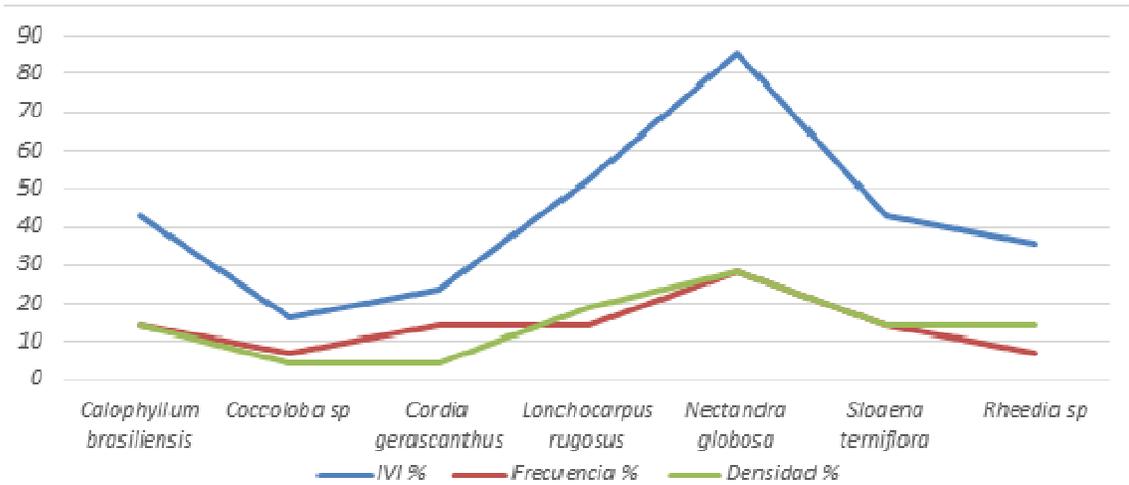
Estrato arbustivo: Este estrato estuvo constituido por especies en orden de densidad de *Nectandra globosa* (28.57 %), *Lonchocarpus rugosus* (10.94 %), con igual densidad *Calophyllum brasiliensis*, *Sloaena terniflora* y *Rheedia sp* (14.28 %) cada una de ellas y con menor densidad *Coccoloba sp* (4.76 %) y *Cordia gerascanthus* (4.76 %).

El índice de diversidad H' es considerado como normal de 1.75, lo que significa que existe un mayor número de especies lo que hace a este estrato mucho más diverso que el arbóreo esto también motivado a que las frecuencias y dominancias son muy similares en este estrato. En el siguiente cuadro se aprecia los resultados del análisis de la vegetación en el conglomerado 1 para su estrato arbustivo.

CONGLOMERADO 1 Estrato arbustivo						
No.	NOMBRE CIENTIFICO	Índice de diversidad H'	Densidad relativa %	Frecuencia relativa %	Dominancia relativa %	IVI %
1	<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0.27	14.283	14.285	14.285	42.853
2	<i>Coccoloba sp</i>	0.14	4.761	7.142	4.761	16.664
3	<i>Cordia gerascanthus</i>	0.14	4.761	14.285	4.761	23.807
4	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.31	19.047	14.285	19.047	52.379
5	<i>Nectandra globosa</i>	0.35	28.571	28.571	28.571	85.713
6	<i>Sloaena terniflora</i>	0.27	14.283	14.285	14.285	42.853
7	<i>Rheedia sp</i>	0.27	14.283	7.142	14.285	35.71
TOTAL		1.75	99.99	99.99	99.99	299.97

Cuadro 3.31 Determinación de parámetros ecológicos en conglomerado 1 de vegetación arbustiva de Palmar.
Fuente: Social Value Institute





Gráfica 3.12 Índices ecológicos (conglomerado 1) estrato arbustivo de Palmar en la ZEEF.
Fuente: Social Value Institute

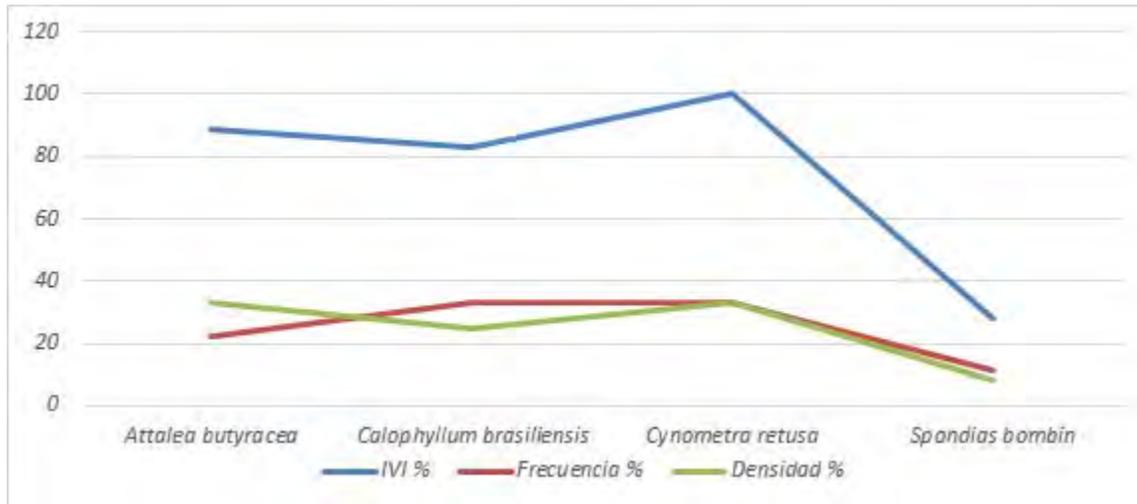
Conglomerado 2 (Tipo de vegetación Selva Mediana Perennifolia)

Estrato Arbóreo: Dentro de la ZEEF solo se encuentra un pequeño manchón de selva media perennifolia dentro de la cual para el estrato arbóreo por orden de dominancia se presentan las siguientes especies: *Cynometra retusa* (33.33%), *Attalea butyracea* (33.33%), *Calophyllum brasiliensis* (25.0%) y *Spondias bombin* (8.33)

El índice de diversidad H' es muy bajo de 1.26, lo que significa que no hay diversidad y/o presencia de un número significativo de especies. En el siguiente cuadro se aprecia los resultados del análisis de la vegetación en el conglomerado 2 para su estrato arbóreo.

CONGLOMERADO 2 Estrato arbóreo de Selva Mediana Perennifolia						
No.	NOMBRE CIENTIFICO	Índice de diversidad H'	Densidad relativa %	Frecuencia relativa %	Dominancia relativa %	IVI %
1	<i>Attalea butyracea</i>	0.36	33.33	22.22	33.33	88.88
2	<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0.34	25.00	33.33	25.00	83.33
3	<i>Cynometra retusa</i>	0.36	33.33	33.33	33.33	99.99
4	<i>Spondias bombin</i>	0.20	8.33	11.11	8.33	27.77
TOTAL		1.26	99.99	99.99	99.99	299.97

Cuadro 3.32 Índices ecológicos (conglomerado 2) estrato arbóreo de Selva mediana Perennifolia en la ZEEF.
Fuente: Social Value Institute



Gráfica 3.13 Índices ecológicos (conglomerado 2) estrato arbóreo de Selva mediana Perennifolia en la ZEEF.
Fuente: Social Value Institute

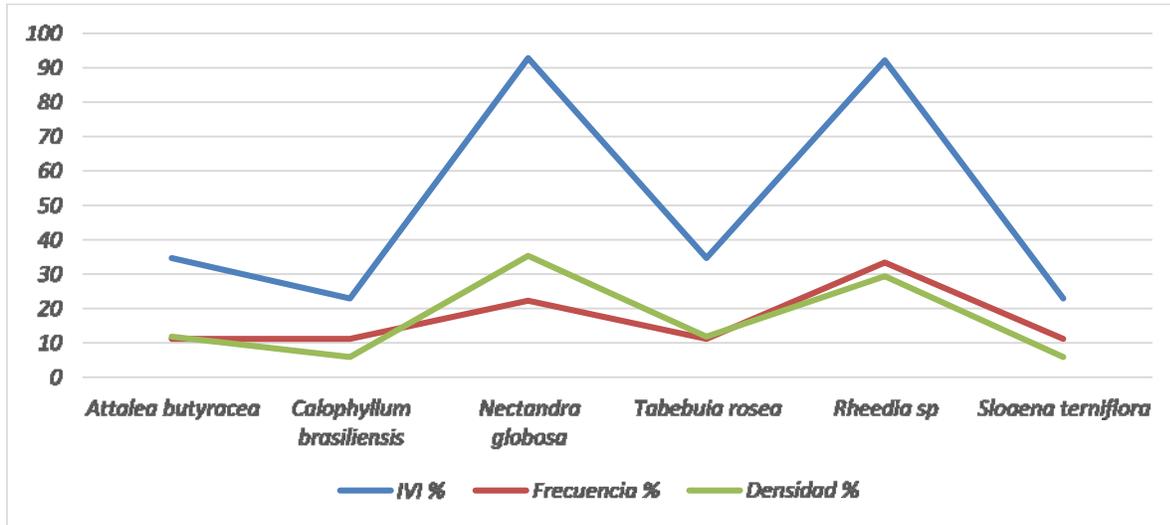
Estrato arbustivo: El estrato arbustivo esta constituido por especies en orden de densidad de *Nectandra globosa* (29.41 %), *Rheedia sp* (29.41 %), con igual densidad *Attalea butyracea* (11.76%), *Tabebuia rosea* (11.76%) y con menor densidad *Calophyllum brasiliensis* (5.88 %) y *Sloaena terniflora* (5.88 %).

El índice de diversidad H' es considerado como normal de 1.53, lo que significa que existe un mayor número de especies, que hace a este estrato mucho más diverso que el arbóreo, esto motivado a que las frecuencias y dominancias son muy similares tanto para las especies de mayor y menor dominancia. En el siguiente cuadro se aprecia los resultados del análisis de la vegetación en el conglomerado 2 para su estrato arbustivo.

CONGLOMERADO 2 Estrato arbustivo de selva mediana perennifolia						
No.	NOMBRE CIENTIFICO	Índice de diversidad H'	Densidad relativa %	Frecuencia relativa %	Dominancia relativa %	IVI %
1	<i>Attalea butyracea</i>	0.25	11.76	11.11	11.76	34.63
2	<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0.16	5.88	11.11	5.88	22.87
3	<i>Nectandra globosa</i>	0.36	35.29	22.22	35.29	92.80
4	<i>Tabebuia rosea</i>	0.25	11.76	11.11	11.76	34.63
5	<i>Rheedia sp</i>	0.35	29.41	33.33	29.41	92.15
6	<i>Sloaena terniflora</i>	0.16	5.88	11.11	5.88	22.87
TOTAL		1.53	99.98	99.99	99.98	299.95

Cuadro 3.33 Índices ecológicos (conglomerado 2) estrato arbustivo de Selva mediana Perennifolia en la ZEEF.
Fuente: Social Value Institute





Gráfica 3.14. Índices ecológicos (conglomerado 2) estrato arbustivo de Selva mediana perennifolia en la ZEEF.
Fuente: Social Value Institute

Conglomerado 3 (Tipo de Vegetación Pastizal inducido con individuos arbóreos aislados asociado)

Estrato Arbóreo: Dentro de la ZEEF solo se encuentra un pequeño manchón de selva media perennifolia dentro de la cual para el estrato arbóreo por orden de dominancia se presentan las siguientes especies: *Cynometra retusa* (33.33%), *Attalea butyracea* (33.33%), *Calophyllum brasiliensis* (25.0%) y *Spondias bombín* (8.33%).

El índice de diversidad H' es normal de 1.81, lo que significa que, a diferencia de los otros conglomerados en este, el estrato arbóreo presenta mayor diversidad de especies, sus frecuencias son muy similares. En el siguiente cuadro se aprecia los resultados del análisis de la vegetación en el conglomerado 3 para su estrato arbóreo.

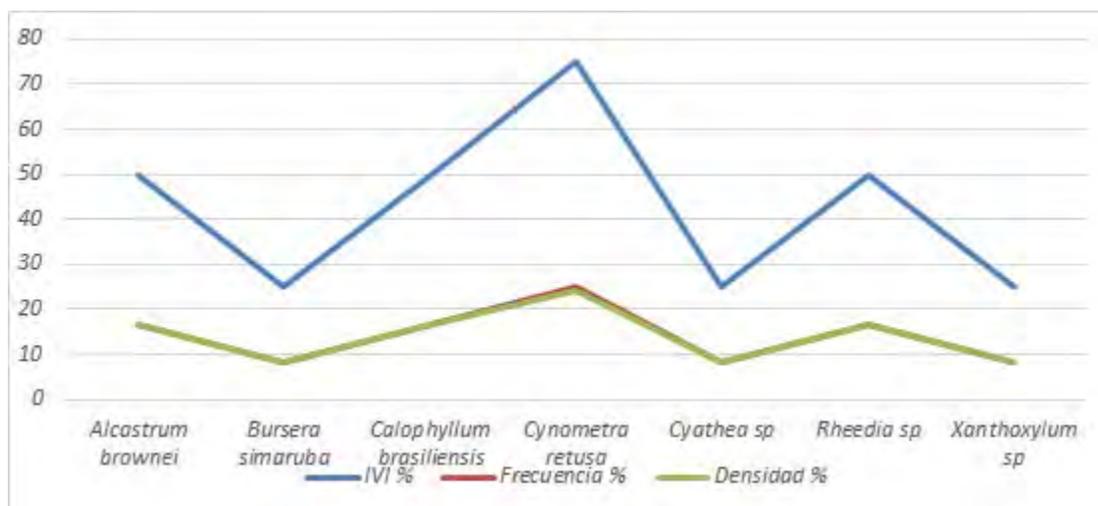
CONGLOMERADO 3 Estrato arbóreo de pastizal inducido con individuos arbóreos aislados

No.	NOMBRE CIENTIFICO	Índice de diversidad H'	Densidad relativa %	Frecuencia relativa %	Dominancia relativa %	IVI %
1	<i>Alicastrum brownei</i>	0.29	16.66	16.66	16.66	49.98
2	<i>Bursera simaruba</i>	0.20	8.33	8.33	8.33	24.99
3	<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0.29	16.66	16.66	16.66	49.98
4	<i>Cynometra retusa</i>	0.34	25.00	25.00	25.00	75.00
5	<i>Cyathea sp</i>	0.20	8.33	8.33	8.33	24.99
6	<i>Rheedia sp</i>	0.29	16.66	16.66	16.66	49.98
7	<i>Xanthoxylum sp</i>	0.20	8.33	8.33	8.33	24.99
TOTAL		1.81	99.97	99.97	99.97	299.91

Cuadro 3.34. Índices ecológicos (conglomerado 3) estrato arbóreo de Pastizal inducido con individuos arbóreos aislados en la ZEEF.

Fuente: Social Value Institute





Gráfica 3.15 Índices ecológicos (conglomerado 3) estrato arbóreo de Pastizal inducido con individuos arbóreos aislados en la ZEEF.

Fuente: Social Value Institute

Estrato arbustivo: El estrato arbustivo esta constituido por especies en orden de densidad de *Cissus sp* (55.55 %), *Nectandra globosa* (12.96 %), *Rheedia sp* (9.25%), *Coccoloba sp* (5.55%) y con igual densidad *Lonchocarpus rugosus* (3.70%), *Miconia sp* (3.70%), *Tabebuia rosea* (3.70%) y con menor densidad *Cecropia sp* (1.85 %), *Hibiscus furcellatus* (1.85%) y *Xanthoxylum sp* (1.85%).

El índice de diversidad H' es considerado como normal de 1.51, lo que significa que existe un mayor número de especies, que hace a este estrato mucho más diverso que el arbóreo, sin embargo, la especie *Cissus sp* es quien presento la mayor densidad de organismos para este estrato, lo que hace que su índice de valor de importancia sea elevado 117%. En el siguiente cuadro se aprecia los resultados del análisis de la vegetación en el conglomerado 3 para su estrato arbustivo.

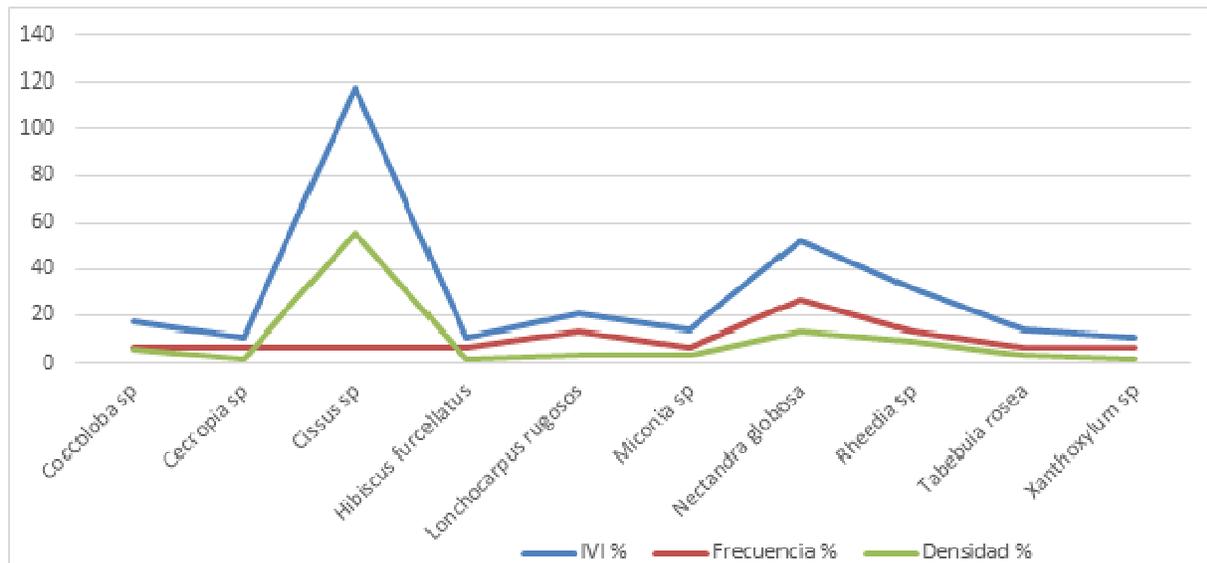
CONGLOMERADO 3 Estrato arbustivo de Pastizal inducido con individuos arbóreos aislados

No.	NOMBRE CIENTIFICO	Índice de diversidad H'	Densidad relativa %	Frecuencia relativa %	Dominancia relativa %	IVI %
1	<i>Coccoloba sp</i>	0.15	5.55	6.66	5.55	17.76
2	<i>Cecropia sp</i>	0.07	1.85	6.66	1.85	10.36
3	<i>Cissus sp</i>	0.32	55.55	6.66	55.55	117.76
4	<i>Hibiscus furcellatus</i>	0.07	1.85	6.66	1.85	10.36
5	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.12	3.70	13.33	3.70	20.73
6	<i>Miconia sp</i>	0.12	3.70	6.66	3.70	14.06
7	<i>Nectandra globosa</i>	0.26	12.96	26.66	12.96	52.58
8	<i>Rheedia sp</i>	0.21	9.25	13.33	9.25	31.83
9	<i>Tabebuia rosea</i>	0.12	3.70	6.66	3.70	14.06
10	<i>Xanthoxylum sp</i>	0.07	1.85	6.66	1.85	10.36
TOTAL		1.51	96.26	99.94	96.26	299.86

Cuadro 3.35 Índices ecológicos (conglomerado 3) estrato arbustivo de Pastizal inducido con individuos arbóreos aislados en la ZEEF.

Fuente: Social Value Institute





Gráfica 3.16 Índices ecológicos (conglomerado 3) estrato arbustivo de pastizal inducido con individuos aislados en la ZEEF.
Fuente: Social Value Institute

Es importante señalar que los conglomerados 1,2,3,4, se localizan en la fracción sur del polígono de la ZEEF Coatzacoalcos, mientras que el 5 y 6 se localizaron en la fracción norte del mismo polígono.

Los conglomerados 4, 5 y 6 no se muestrearon debido a que sus accesos fueron difíciles de trabajar debido a las siguientes condiciones:

- Pendientes de 45°
- En el momento de trazar los transectos muchos de ellos se posicionaban en un punto donde existía un corte a 90° imposible de trabajar en ellos
- La mayoría de puntos de transecto sobre todo en el conglomerado 6 (noroeste) sus posiciones conforme a la metodología planteada de muestreo se extendían fuera del polígono de la ZEEF Coatzacoalcos y presentaban pendientes de 45°.

El conglomerado 4 la vegetación corresponde a Palmar, aparentemente no se encuentra alterado con actividades de ganadería y que este se encuentre abandonado en sus orientaciones oeste y este se encuentra rodeado por pastizales y en su parte sur por una pequeña franja de humedal herbáceo, con el apoyo de binoculares se apreció que la vegetación no presenta algún daño considerando su vigor como normal al tipo de vegetación (palmar).





Figura 3.12 Conglomerado 4 Palmar, presencia de Attalea butyracea
Fuente: Social Value Institute

El conglomerado 5 la vegetación corresponde a Acahual de Selva Media con una pendiente pronunciada de 45°, la cual hacia el norte y propiamente en el Ejido la Cangrejera se encuentra un pequeño manchón de humedal. Se observó que existen actividades de pastoreo de ganado en esta zona.



Figura 3.13 Conglomerado 5 Acahual de Selva Media con presencia de ganado.
Fuente: Social Value Institute



El conglomerado 6 es el de más interés ya que se trata también de Acahual de Selva Media, el cual se sugiere que sea una zona de amortiguamiento y como banco de germoplasma para repoblamiento de vegetación primaria como la Selva Media.



Figura 3.14 Acahual de Selva Media como zona de amortiguamiento y banco de germoplasma
Fuente: Social Value Institute

Los conglomerados 4 y 6 a partir de la observación realizada en ellos, presentan características de Selva Media moderadamente bien conservada con presencia de palmar en su parte baja en el conglomerado 4.

El conglomerado 6 tiene la particularidad que colinda con cuerpo de agua, localizados ambos al oriente (este) del polígono de la ZEEF Coatzacoalcos, dicho conglomerado es el que representa las mejores condiciones de una Selva Media Perennifolia, lo que nos lleva a sugerir a que se considere dicha área como de conservación-amortiguamiento, por su valor y potencial de germoplasma contenido en el mismo.

De acuerdo al análisis de los tres conglomerados se puede apreciar lo siguiente:

- Las especies que estuvieron presentes en estrato arbóreo como arbustivo fue: *Cynometra retusa* y *Attalea butyracea*
- Las especies que se presentaron en los tres conglomerados son: *Nectandra globosa*, *Rheedia sp*, y *Lonchocarpus rugosus*.
- Las especies con mayor número de organismos en el estrato arbóreo son: *Cynometra retusa*, *Attalea butyracea*,
- Las especies con mayor número de organismos en el estrato arbustivo son: *Cissus sp*, *Nectandra globosa*, *Lonchocarpus rugosus* y *Rheedia sp*,



- La diversidad en términos generales va de un valor muy bajo a normal con un promedio de H'1.25 para el estrato arbóreo y de H'1.59, para el arbustivo, es decir existe mayor diversidad en este último que en el primero.

Composición-estructura de la vegetación para tipo de vegetación

Palmar (conglomerado 1 y 3)

Estrato arbóreo: En este estrato las especies en orden de abundancia son: *Cynometra retusa*, *Attalea butyracea*, *Rheedia sp* y *Alicastrum brownei*.

Estrato arbustivo: En este estrato las especies en orden de abundancia son: *Cissus sp*, *Nectandra globosa*, *Lonchocarpus rugosus* y *Rheedia sp*.

Estimación de especies arbóreas a remover por el emplazamiento de la ZEEF Coatzacoalcos

El inventario forestal tiene como finalidad hacer una estimación de los recursos forestales maderables existentes y determinar la cantidad de arbolado y volumen que será retirado, cuando se pretende utilizar el uso del terreno para un fin distinto al forestal.

El objeto del presente inventario es determinar la superficie, y la cantidad de arbolado y volumen maderable que se removerá en el proyecto establecido por el Plan Maestro de la ZEEF.

Se seleccionó el área ocupada por la UGA 7, definida en el Programa de Ordenamiento Ecológico del río Coatzacoalcos como aprovechamiento industrial y ubicada dentro de la ZEEF en la sección sur.

Se consideraron dos conglomerados forestales, en los cuales conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, el tipo de vegetación es de palmar, se delimitaron unidades de medición (UM), se levantaron cuatro sitios en cada UM, considerando un muestreo dirigido ya que los datos a obtener serian solamente donde existe vegetación arbórea. En la siguiente figura se pueden apreciar los conglomerados y las Unidades de Muestreo, donde en los trabajos de campo, se obtuvieron datos para el inventario.



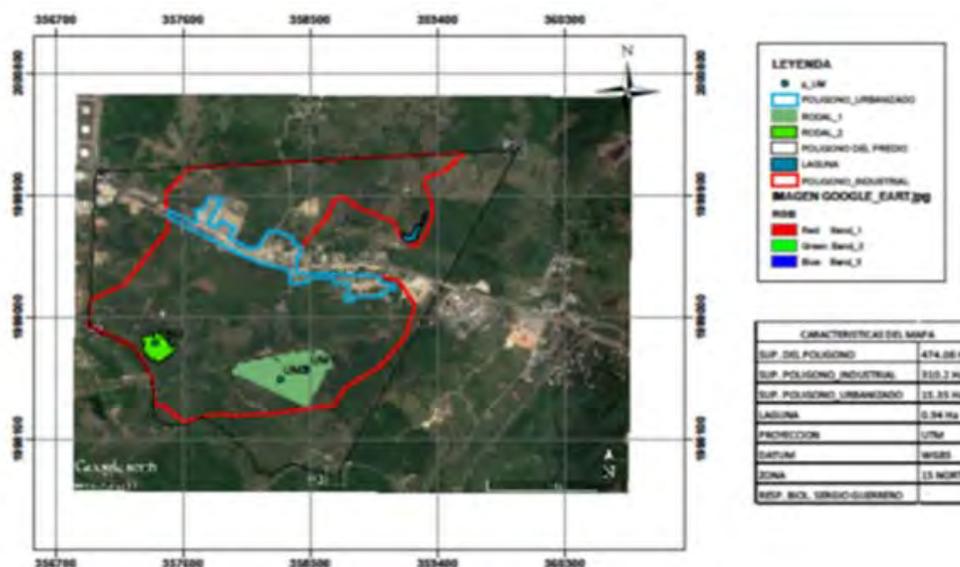


Figura 3.15. Conglomerados forestales en la ZEEF
Fuente: Social Value Institute

El conglomerado 1 tiene una superficie de 15.59 ha, y el conglomerado 2 tiene una superficie de 3.36 ha. En los siguientes cuadros se pueden apreciar los resultados de inventario forestal para especies arbóreas.

Especie	Unidad de medida	Tipos de vegetación	Superficie (ha)	Por hectárea		Total	
				Número de individuos arbóreos	Volumen maderable (m ³)	Número de individuos arbóreos	Volumen maderable (m ³)
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	RODAL 1	Palmar	15.59	94	9.889	1462	154.166
	RODAL 2	Palmar	3.36	125	5.488	420	18.441
SUMA POR ESPECIE			18.95	219	15.377	1881.563	172.607
<i>Cynometra retusa</i>	RODAL 1	Palmar	15.59	19	2.799	292	43.634
	RODAL 2	Palmar	3.36	188	13.586	630	45.651
SUMA POR ESPECIE			18.95	206	16.385	922	89.285
<i>Spondias mombin</i>	RODAL 1	Palmar	15.59	31	2.219	487	34.588
	RODAL 2	Palmar	3.36	--	--	--	--
SUMA POR ESPECIE			18.95	31	2.219	487	34.588
<i>Bursera simaruba</i>	RODAL 1	Palmar	15.59	--	--	--	--
	RODAL 2	Palmar	3.36	63	2.252	210	7.567
SUMA POR ESPECIE			18.95	63	2.252	210	7.567
<i>Rheechia sp.</i>	RODAL 1	Palmar	15.59				
	RODAL 2	Palmar	3.36	125	7.776	420	26.128
SUMA POR ESPECIE			18.95	125	7.776	420	26.128

Cuadro 3.36 Unidades de Muestreo (UM)
Fuente: Social Value Institute



Para las especies conocidas como: *Calophyllum brasiliensis* se calcularon 172.607 m³, *Cynometria retusa* 89.285 m³, *Spondias mombin* 34.588 m³, *Bursera simaruba* 7.567 m³ y para *Rheedia* sp 26.128 m³. En el siguiente cuadro se resumen los volúmenes por especie y el total de volumen total.

ESPECIE	Volumen maderable (m ³)
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	172.607
<i>Cynometria retusa</i>	89.285
<i>Spondias mombin</i>	34.588
<i>Bursera simaruba</i>	7.567
<i>Rheedia</i> sp	26.128
Total	330.175

Cuadro 3.37 Volumen total arbóreo estimado dentro de la ZEEF

Fuente: Social Value Institute

El volumen considerado es solamente de las especies que se encontraron en los sitios de muestreo y que cumplieron con los parámetros considerados por CONAFOR, es decir, que el diámetro normal fuera mayor o igual a 7.5 cm DN.

En cuanto a la superficie para hacer el cambio de uso del suelo de forestal a industrial e infraestructura, de acuerdo con el artículo 117 de la LGDFS "ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. **Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada**". Por lo que se recomienda solicitar el cambio de uso del suelo en todo el terreno que abarca el Plan maestro de la ZEEF en esta etapa.

Este mismo artículo en su párrafo cuarto establece que "Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los Programas de Ordenamiento Ecológico correspondiente, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables".

De acuerdo a lo anterior el cambio de uso de suelo deberá estar sujeto a lo que dispone el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, el cual nos dice que **solo existen dos UGA's por las cuales se puede gestionar un cambio de uso de suelo.**

- (UGA 5) = Su política ecológica es de APROVECHAMIENTO, su uso predominante es PECUARIO.
- (UGA 7) = Su política ecológica es de APROVECHAMIENTO, su uso predominante es INDUSTRIAL.

La superficie de la UGA 5 en la fracción sur del polígono de la ZEEF es de 210.82 ha, de las cuales 24.48 ha existe la presencia de recursos forestales. La UGA 7 cuenta con una superficie de 101.65 ha, de las cuales 20.68 ha cuentan con la presencia de recursos forestales. El cambio de uso de suelo para colocación de alguna infraestructura para el desarrollo de actividades industriales considera la suma de las superficies de las UGA's 5 y 7 con un total de 210.82 ha en las cuales existen **recursos**



forestales en 45.16 ha, mismas que se deben detallar en todos los aspectos involucrados en el desarrollo del estudio técnico justificativo (ETJ).

d) Vegetación y fauna marina

El río Coatzacoalcos recibe tres afluentes principales comprendidos en el área de estudio: por el lado derecho, el río Copachapa corre de sur a norte y entra al Coatzacoalcos 5 km arriba de Minatitlán; el río Uxpanapa entra en el cauce principal 3 km abajo de Minatitlán y 31.6 km aguas arriba de la desembocadura (esta corriente viene desde el estado de Oaxaca en dirección sur a norte). Por la margen izquierda recibe al río Calzadas, que se origina en la vertiente oriental de la serranía de San Andrés Tuxtla, Ver., a 1,400 m s.n.m., baja de norte a sur y después corre de occidente a oriente para unirse al río Coatzacoalcos a 4 km de su desembocadura (ver Mapa de Hidrología).

En el área entre Hidalgotitlán y el puente Coatzacoalcos 1, se encuentran cuatro islas: Tecamichapa, Yegüero, Tacoteno y Pajaritos. A sólo 3 Km de la desembocadura del río Coatzacoalcos y sobre la ribera derecha, se localiza el canal que comunica con la dársena de Pajaritos; las condiciones naturales de esta antigua laguna fueron modificadas para convertirla en dársena de atraque de barcos petroleros. La antigua comunicación con el río se cerró y se abrió una nueva que va directamente hacia la boca, la cual que fue dragada para permitir la entrada de barcos de gran capacidad.

Comunidad planctónica en los ríos Calzadas y Coatzacoalcos

El río Coatzacoalcos se caracteriza por formar uno de los sistemas estuarinos más grandes de México; durante la época de secas la influencia de la cuña marina es detectable hasta 46 km aguas arriba de la desembocadura (IMP-IMTA, 1995). Cruz (1990) determinó el alcance fluvial del río hacia la zona marina a partir de la distribución de las asociaciones de ostrácodos y foraminíferos bentónicos en el delta, estableciendo las diferencias entre las asociaciones deltaicas y las marino-circundantes, concluyendo que la influencia del Coatzacoalcos alcanza hasta la isobata de los 40 m, a una distancia de 18 a 24 km aproximadamente de la desembocadura.

Es importante resaltar que el río Coatzacoalcos es el principal cuerpo receptor de aguas residuales y desechos industriales que se producen en el corredor urbano industrial de Minatitlán, Cosoleacaque, Nanchital y Coatzacoalcos, por lo que ha sido descrito como un *estuario con características de deterioro irreversible* (IMP, 1997).

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP, 1998) caracterizó a este sistema como un ecosistema relevante que ha servido de apoyo esencial para el desarrollo económico de la región debido a las posibilidades que ofrece para la navegación y el movimiento portuario; continúa considerándose como una fuente de trabajo y desarrollo por las diversas actividades productivas que se desarrollan en su entorno y que involucran el uso y aprovechamiento del agua y, finalmente, como un sistema que desempeña un papel de vital importancia para las comunidades biológicas por la presencia de áreas con diversos tipos de vegetación que brindan sostén y refugio a poblaciones de vertebrados e invertebrados acuáticos y terrestres que dependen del río para su ciclo vital.



La composición de los organismos acuáticos presentes en los diferentes cuerpos de agua del área de estudio está relacionada directamente con la variabilidad estacional a que están sujetos estos sistemas, así como a las modificaciones que las actividades productivas han generado en la zona.

En términos generales, la hidrología del río Coatzacoalcos está determinada por la precipitación pluvial anual, haciendo variar el caudal significativamente entre el período de lluvias y secas. En consecuencia, los valores de salinidad manifiestan un comportamiento igualmente relacionado con la precipitación, registrándose variaciones desde 0 hasta 36%, lo que define dos períodos a lo largo del ciclo anual: el de dominio marino (época de secas enero-julio) y el de dominio limnético (época de lluvias agosto-noviembre). En la época de secas el sistema del río Coatzacoalcos se caracteriza por una estratificación que se manifiesta por un gradiente de fondo a superficie, formándose un estuario típico que alcanza una extensión aproximada de 40 km, desapareciendo en agosto al dominar las aguas limnéticas.

Fitoplancton

Bozada y Páez (1986, no se encontró referencia más actualizada) en un ciclo anual encontraron que la comunidad fitoplanctónica estaba constituida por 79 géneros de algas, las cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

Géneros de algas	
Chlorophyta	39.76%
Bacillariophyta pennales	32.05%
Bacillariophyta centrales	14.10%
Cianophytas	6.40%
Pirrhophytas	5.12%
Euglenophytas	2.56%

*Cuadro 3.1 Distribución de algas en la desembocadura del río Coatzacoalcos
Fuente: Social Value Institute*

Las altas densidades de fitoplancton en el sistema, resultado de la eutroficación, afectan la calidad del agua y producen fuertes variaciones diurnas del pH y el oxígeno disuelto; una gran sobresaturación implica la formación de nitrógeno gaseoso en los líquidos internos y puede causar en los peces muerte por embolia (Angeli, 1978). Otro de los efectos perjudiciales de la gran producción de fitoplancton es el desarrollo o proliferación de rotíferos del género *Brachionus*, cuyas poblaciones alcanzan densidades tan altas que el consumo de O₂ por la respiración puede llegar a valores muy altos, especialmente durante la noche, ocasionando que peces y anfibios mueran por asfixia.

Zooplancton

Bozada y Páez (1986) reportan en el mismo trabajo la composición de la comunidad zooplanctónica de la siguiente manera:

Zooplancton	
Rotíferos	63.07%
Tintínidos	20.71%
Larvas Nauplio	12.42%
Copépodos	1.39%



Zooplankton	
Testaceos	0.53%
Larvas de Bivalvo	0.47%
Otros	1.41%

Cuadro 3.38 Distribución de la comunidad zooplanctónica en la desembocadura del río Coatzacoalcos
Fuente: Social Value Institute

La comunidad zooplanctónica exhibió dos períodos de abundancia relativa los cuales están en función de la precipitación pluvial. En el río Coatzacoalcos, el primer período de mayor abundancia relativa se presenta durante la época de secas, y la mayor concentración zooplanctónica se distribuyó en las partes media y baja del río. El segundo período corresponde al de menor abundancia y se presenta durante la época de lluvias. La distribución espacial de la comunidad mostró su máxima concentración en la parte baja del río.

Ictioplancton

Bozada y Páez (1986) colectaron durante un ciclo anual (1983-84), un total de 15,768 huevos, de los cuales el mayor número se presentó en mayo de 1983 y mayo de 1984. La distribución de los huevos mostró una mayor abundancia en la parte media y baja del río Coatzacoalcos, mientras que en el río Calzadas se dio una presencia escasa, localizada exclusivamente en una sola estación de muestreo situada en la desembocadura del río Calzadas al Coatzacoalcos, área en la que se aprecia una fuerte influencia de agua marina. Dicha escasez de huevos probablemente esté relacionada con la eutroficación que ocurre en esta parte del río, y con el alto pastoreo que se desarrolla allí; y quizá con la depredación que como parte de la red trófica que se lleva a cabo en ese lugar.

Estacionalmente, la mayor producción de huevos correspondió a la primavera, época en la que se presenta un fuerte dominio de aguas marinas en el área de estudio, por lo que es utilizada como zona de desove por numerosas especies de peces e invertebrados.

El predominio en el sistema se determina por las familias Gobiidae, Cupleidae y Engraulidae, las cuales emplean a éste con fines de reproducción y para desarrollo larvario. Las familias Syngnathidae, Bleniidae, Carangidae, Exocoetidae, Belonidae, Atherinidae y Bothidae, mostraron registros esporádicos, con una abundancia media menor a los cinco organismos por mes. Como son organismos marinos y su presencia se registró en época de influencia marina, se pueden considerar como ocasionales que ingresan al área por el flujo de corrientes de marea.

Baqueiro *et al.* (1990) analizaron la comunidad de moluscos presentes en las desembocaduras de los ríos Coatzacoalcos y Tonalá, registrando 47 especies: 28 bivalvos y 19 gasterópodos. Estos autores reportan un efecto negativo en la biocenosis malacológica de la desembocadura inmediata del río Coatzacoalcos, debido probablemente a la alta depositación de sedimentos o agentes contaminantes. Por otra parte, este estudio recomienda la prospección de bancos de almeja (*Argopecten gibbus* y *A. irradians*), especies de alto valor comercial que pudieran ser abundantes en la región.

Macrofauna acuática

En lo que se refiere a la macrofauna, Bozada y Páez (1986) determinaron en el sistema un total de 46 especies de peces y 13 invertebrados (9 crustáceos y 4 moluscos), correspondiendo a 30 familias. Las familias mejor representadas fueron Cichlidae (6 especies nativas y una introducida), Gobidae (5

especies), Scianidae (4 especies). Las especies más abundantes en número resultaron ser *Arius melanopus*, *Callinectes rathbunae*, *Callinectes similis*, *Ictalurus meridionalis*, *Diapterus rhombeus*, las cuales hacen un total de 84.7% del número de la fauna capturada y el 79.4% de la biomasa total. Debe señalarse la existencia de algunas especies numéricamente poco frecuentes, pero con aportación de biomasa: *Centropomus undecimalis*, *Lepisosteus tropicus*, *Pomadasys croco*, *Penaeus setiferus*, *Macrobrachium acanthurus*, *Callinectes sapidus*, así como la especie introducida *Sarotherodon* spp. Todas son de registro y forman parte importante de la escasa pesquería de las riberas del Coatzacoalcos y el Calzadas.

De acuerdo con los autores, estas especies se clasifican ecológicamente de la siguiente manera:

- 8.5% corresponde a especies estenohalinas del componente dulceacuícola
- 13.6% especies eurihalinas del componente dulceacuícola
- 15.4% habitantes temporales del estuario
- 15.3% habitantes permanentes del componente estuarino
- 39% especies eurihalinas del componente marino
- 8.5% especies estenohalinas del componente marino

El componente ecológico predominante es el permanente del estuario, mientras que el componente dulceacuícola muestra un bajo número de organismos con una alta biomasa. De las especies capturadas, el mayor número se obtuvo durante el mes de mayo, época en que el estuario denuncia una fuerte influencia marina.

Corpi (1987) analizó los crustáceos decápodos y estomatópodos litorales y costeros de la región de Coatzacoalcos, determinando 19 familias, 41 géneros con 51 especies. Plantea que en la región existe una diversidad importante de decápodos y algunas especies tienen un potencial económico alto, las cuales no han sido racionalmente aprovechadas. En la plataforma continental reconocen tres ambientes de acuerdo al tipo de sedimento y a la abundancia de especies de crustáceos. Las especies dominantes fueron el camarón café *Penaeus (Farfantepenaeus) aztecus* y la jaiba *Portunus spinicarpus*, mientras que en la zona costera reconocen a *Callinectes similis*, *Gecarcinus lateralis*, *Cardisoma guanhumi* y *Ucides cordatus* como especies susceptibles de ser comercializadas racionalmente.

En términos generales se concluye que el sistema del río Coatzacoalcos ha sido modificado fundamentalmente por los efluentes que se vierten a su cauce en la zona entre Minatitlán y Coatzacoalcos y en el área del río Calzadas, lo que ha repercutido en la composición de los diferentes grupos de organismos acuáticos que habitan este sistema. Comparando la abundancia de especies de la comunidad macrobentónica del río Coatzacoalcos con la del río Tuxpan De la Chica y Chávez (1978) reportan que la primera está disminuida en aproximadamente un 34.4%, atribuible al impacto antropogénico. Igualmente, Bozada y Páez (1986) concluyen en sus estudios que la macro fauna del sistema se caracteriza por un bajo número de especies y los índices de diversidad se caracterizan por presentar valores semejantes a los reportados en áreas altamente modificadas por actividades antropogénicas. Por otra parte, estos autores llaman la atención sobre la abundancia de poblaciones de cíclidos no nativos en los ríos Coatzacoalcos y Calzadas, que pudieran tener un impacto muy fuerte sobre las comunidades de fauna nativa.



Fauna acuática del litoral

Bozada y Páez (1987), realizaron lo que constituyó el primer esfuerzo para evaluar las poblaciones de camarones *Peneidos* sp. del sur del Golfo de México, con la finalidad de conocer las diferentes épocas y áreas de desove para que fueran protegidas de la sobrepesca. Se reconocieron seis géneros que pertenecen a tres familias; *Solenocera* spp, (familia Solenoceridae), *Penaeus* sp, *Trachypenaeus* spp, *Parapenaeus* spp, *Xiphopenaeus* sp. (familia Penaeidae) y *Sicyonia* spp. (familia Sicyoniidae).

En lo que a ictioplancton se refiere, se lograron determinar 58 familias, 91 géneros y 58 especies de peces, incluidas en 18 órdenes. Las familias dominantes registradas en el arrastre horizontal por su abundancia fueron: Engraulidae, Gobiidae, Carangidae, Cupleidae, Labridae Bothidae y Bregmacerotidae. En el vertical fueron Gobiidae, Engraulidae, Bregmacerotidae, Bothidae, Synodontidae, Myctophyidae, Scianidae y Cynoglossidae. En ambos arrastres fueron comunes cinco familias.

En los arrastres horizontales en aguas neríticas -costeras se registró la mayor abundancia de huevos y larvas de peces, así como una baja diversidad. En los arrastres verticales se registró una mayor diversidad con una menor abundancia y corresponde a aguas profundas, cercanas al talud continental. La época de mayor concentración larval se registró durante la primavera y la menor durante el invierno. Las áreas de mayor registro de desoves correspondieron a las situadas entre las estaciones localizadas frente al sistema lagunar Carmen-La Machona (Tabasco), y en el área comprendida desde punta Zapotitlán hasta la influenciada por los aportes fluviales de los ríos Coatzacoalcos y Tonalá.

El período de mayor intensidad reproductiva se registró durante la primavera, con una abundancia numérica neta de 28,474 huevos en toda la zona de estudio, y la menor actividad corresponde al invierno y verano, con 1,569 y 1,244 huevos, respectivamente.

Las capturas de la macrofauna estuvieron representadas por 69 especies de peces de las cuales el más abundante es el chivato *Upeneus parvus*, el lenguado *Scyacium papillosum* y el charrito *Trachurus lathami*. Se capturaron 37 invertebrados de los cuales 23 corresponden a crustaceos; la jaiba *Portunus spinicarpus* es la más abundante, seguida del camarón café *Penaeus aztecus*. Se determinaron 9 moluscos entre los que predominaron la almeja *Argopecten gibbus* y el calamar *Loligo pealeii*.



e) Fauna terrestre

Composición de especies

Desde el punto de vista de los vertebrados terrestres, básicamente se pueden distinguir dos grandes comunidades en la región de la cuenca baja del río Coatzacoalcos: la fauna asociada a los ambientes lacustres y la asociada a los ambientes boscosos. La primera incluye la fauna de los pantanos, manglares y playas, la cual es la que nos ocupa en este proyecto.

En lo que se refiere a la diversidad biológica, las comunidades más ricas son las asociadas a la selva mediana perennifolia, al pantano y al manglar. En las playas no hay una fauna de vertebrados residente, sin embargo, constituyen sitios de alimentación indispensables para algunas aves acuáticas.

Posiblemente la cuenca baja del río Coatzacoalcos fue una de las regiones de mayor riqueza biológica en el país. Un listado de especies potencialmente presentes en la región incluye 656 especies de vertebrados: 36 de anfibios, 103 de reptiles, 426 de aves y 91 de mamíferos (Aranda y March, 1987; González-García, 1993; Hall y Dalquest, 1963; Herzig, 1986; Howell y Webb, 1995; Lee, 1996; Pelcastre y Flores-Villela, 1992; Schaldach y Escalante, 1997). Los anfibios estimados para la cuenca baja del Coatzacoalcos constituyen el 12.2% del total nacional, los reptiles el 14.6%, las aves el 42.2% y los mamíferos el 19.5% (Flores y Gerez, 1994). Al igual que sucede a nivel nacional, las aves son el grupo más diverso, seguidas por los reptiles, mamíferos y anfibios.

La asociación de ambientes acuáticos y terrestres es uno de los factores más determinantes de la alta diversidad regional. Entre los vertebrados terrestres este hecho se refleja más particularmente en la avifauna y herpetofauna.

Grado de perturbación de la fauna terrestre

La totalidad de la cuenca baja del río Coatzacoalcos presenta en la actualidad un cierto grado de perturbación, variable en las diferentes subregiones y comunidades. Posiblemente los anfibios son el grupo que mejor ha resistido la alteración causada por las actividades humanas, porque aún existe un extenso sistema de ríos, lagos y pantanos, aunque en las áreas más contaminadas algunas especies han sido afectadas.

Los reptiles en general pueden resistir un importante grado de perturbación y muchas especies subsisten en ambientes perturbados. En este grupo se encuentran especies de alto valor económico, como el cocodrilo de pantano, cuyas poblaciones hoy se encuentran muy reducidas y fragmentadas.

Las aves son el grupo con mayor diversidad de especies y seguramente algunas ya se han extinguido regionalmente. El águila arpía, el zopilote rey, los tinamúes y el ocofaisán son especies propias del bosque tropical perennifolio sensibles a las alteraciones causadas por el hombre. Particularmente el águila arpía necesita de grandes extensiones de bosque tropical continuo, por lo que es muy probable que ya no exista en la región. En términos de comunidad, posiblemente la comunidad de aves



acuáticas se encuentra en mejor estado de conservación que la comunidad de aves del bosque tropical.

Al igual que en las aves, entre los mamíferos hay varias especies que necesitan de grandes extensiones continuas de bosque, por lo que seguramente algunas también se han extinguido localmente. Es casi seguro que ya no se encuentran en la región el tapir, el pecarí de labios blancos y los grandes felinos, como el jaguar. De este último, en ocasiones algún individuo solitario recorre el área, pero posiblemente se trata de animales provenientes de las regiones montañosas aledañas, ya sea de la región de los Tuxtlas o del Uxpanapa.

Se considera que el bosque tropical es la comunidad natural más alterada y destruida en esta región y que las especies asociadas a él se encuentran en una situación vulnerable y algunas posiblemente desaparecidas. Tal es el caso del 39% de los anfibios, el 53% de los reptiles, el 55% de las aves y el 36% de los mamíferos.

Sería necesario un inventario actualizado completo de la fauna de vertebrados para poder determinar que especies se han extinguido localmente, pero aún esta información daría un panorama parcial del grado de perturbación. El sólo registro de la presencia de una especie no aporta información sobre la tendencia de su población o el estado genético de la misma; puede estar presente en este momento, pero desaparecer en los próximos cinco o diez años.

La transformación del bosque tropical en pastizales inducidos de uso intensivo o extensivo implica una enorme pérdida de diversidad biológica.

Integración fauna terrestre-vegetación

La vegetación es un factor determinante en la distribución y abundancia de la fauna silvestre (Ceballos y Miranda, 1986). Los animales encuentran todos sus requerimientos de hábitat dentro de sus áreas de actividad, pero la relación vegetación-fauna se da en ambos sentidos. Polinización, dispersión de semillas, reciclaje de nutrientes, control de las poblaciones de plantas y animales son sólo algunos de los procesos biológicos en los que está involucrada la fauna silvestre. El tipo de vegetación general puede estar determinado básicamente por factores como el clima y el suelo, pero los patrones de distribución, abundancia y coexistencia de las especies vegetales están influenciados en gran parte por las interacciones con la fauna silvestre.

Los murciélagos y los colibríes son los principales vertebrados polinizadores, aunque incidentalmente otros animales pueden polinizar eficazmente algunas plantas, como las ardillas. Muchas especies de plantas dependen para su polinización de murciélagos y colibríes, ya sea parcial o totalmente. Estos dos grupos de vertebrados son polinizadores muy activos debido a su alta movilidad.

La dispersión de semillas es realizada también por diversos mamíferos y aves los cuales ejercen una importante influencia en la dinámica de los ecosistemas. Los monos son especialmente importantes en este aspecto. La depredación de plantas y semillas es otra interacción de gran importancia en la dinámica de las comunidades vegetales. Los vertebrados herbívoros influyen en la demografía de las plantas, limitando sus poblaciones.



En cualquier sitio con cobertura vegetal se desarrollan procesos biológicos de importancia y, por el mismo grado de fraccionamiento, existe un constante movimiento de fauna. Muchas especies, particularmente las voladoras, se mueven con relativa facilidad por la región, pero muchas otras lo hacen a lo largo de corredores naturales como la vegetación riparia asociada a los ríos y arroyos. Existen al menos seis especies de aves que realizan movimientos altitudinales locales.

Las áreas que se encuentran en mejor estado de conservación representan también sitios donde se generan excedentes de fauna silvestre, misma que se dispersa por la región; tal es el caso de la zona del volcán San Martín Pajapan. Los pantanos y otros ambientes lacustres albergan una gran diversidad de aves acuáticas, tanto residentes como migratorias. También constituyen el hábitat de especies en peligro de extinción, como el cocodrilo de pantano. Desde luego, no todas las especies que utilizan el pantano viven permanentemente en él; existe un movimiento constante de especies entre los ambientes terrestres y los acuáticos.

No obstante, la gran pérdida de biodiversidad que ha sufrido la cuenca baja del río Coatzacoalcos, debido a las alteraciones causadas por el hombre, aún existe una gran riqueza natural que debe ser protegida y, en lo posible, incrementada. En este sentido es recomendable que fuera de la ZEE se promueva:

- Mantener un uso del suelo de baja intensidad que permita la existencia de vegetación riparia a lo largo de las corrientes, humedales, bosquetes y manchas de vegetación en diferentes estados sucesionales.
- Promover programas de educación para evitar el comercio de especies muy vulnerables, como los monos.
- Investigar la factibilidad de establecer criaderos de especies de alto valor comercial, como el cocodrilo de pantano.
- Promover la creación de estímulos para las comunidades humanas que están trabajando para lograr un mejor uso de sus recursos naturales.
- Mantener o restaurar hasta donde sea posible, un continuo de vegetación desde el Volcán San Martín Pajapan hasta la Laguna del Ostión, ya que este corredor es el que abastece de agua a las zonas urbana de la cuenca baja.
- Algunos sitios cuya conservación se considera prioritaria son:
 - El volcán San Martín Pajapan
 - Todos los manglares, particularmente los que rodean la Laguna del Ostión y las márgenes del río Tonalá
 - Los humedales
 - La vegetación riparia asociada a ríos ya que representa un sistema de corredores naturales para la fauna.

Fauna terrestre en el polígono de la ZEEF

La investigación documental sobre el registro potencial de las especies de fauna en el sistema ambiental regional (SAR), se llevó a cabo por medio de la revisión bibliográfica especializada para la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. Esto con el fin de corroborar y comparar la diversidad esperada (revisión bibliográfica) con la diversidad registrada en campo. La revisión documental de las especies



se documentó en base a los registros de colecciones científicas, literatura especializada y bases de datos especializadas para fauna.

La base de la diversidad biológica que existe en el estado de Veracruz se centra en la amplia variedad de climas, su variada topografía y reciente orografía. Con respecto a la fauna, la riqueza del estado se ha cuantificado en 85 especies de anfibios, 208 especies de reptiles (Pelcastre y Flores-Villela, 1992), 689 especies de aves (Martínez-Gómez, 1996) y 192 especies de mamíferos (González-Christen *et al.*, 2002).

Pérez-Higareda y Navarro (1980) dividen al estado en cuatro regiones zoogeográficas: la Norte, la Central, la Sur y la de Los Tuxtlas. La zona de Coatzacoalcos- Minatitlán se sitúa en la región Sur, la cual está dominada por humedales y selvas perennes. La presencia de ambientes tropicales en esta región predice la existencia de una alta riqueza de fauna.

La diversidad de fauna de la región se ha estimado en 56 especies de anfibios y reptiles (lo cual corresponde al 40% para el estado de Veracruz), 116 especies de aves (16.5% de la avifauna reportada para este estado) y 60 especies de mamíferos (10% del total estatal). De esta riqueza de vertebrados se identifican dos anfibios, 12 reptiles, 14 aves y dos mamíferos en alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT- 2001 (SEMARNAT, 2001; Reynoso-Rosales *et al.*, 2004; Coria-Castaneda, 2006; Mestizo-Rivera, 2006; Morales-Mavil *et al.*, 2005, 2006 y 2007).

La biodiversidad de esta región se enfrenta a varios factores adversos, como son la reducción y la transformación de su hábitat, debido principalmente al crecimiento urbano y a la extracción de recursos a través de la caza de iguanas y tortugas, principalmente. Sin embargo, uno de los grandes problemas que afronta la fauna de la región es la contaminación ambiental provocada por el vasto desarrollo industrial.

Se podría pensar que entre los grupos más vulnerables está el de los anfibios, ya que su piel desnuda y la capacidad de intercambio de gases a través de esta podrían facilitar la absorción de los contaminantes. También las especies ovíparas se consideran frágiles, debido a que los hidrocarburos o los metales pesados pueden provocar, por ejemplo, adelgazamiento del cascarn de los huevos, y por ende existe la posibilidad de que pueda romperse con mayor facilidad, con lo cual se provocaría una disminución en el éxito de eclosión y de la tasa reproductiva.

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Vegetación	ZEEF	ZEE	SAR
<i>Bolitoglossa rufescens</i>	Salamandra lengua hongueada rojiza	Acahual	--	--	X
<i>Dendropsophus ebraccatus</i>	Rana de árbol amarilla	Pastizal	--	--	X
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Ranita arbórea	Pastizal, cultivo, acahual	X	X	X
<i>Dermophis mexicanus</i>	Cecilia	Pastizal	--	--	X
<i>Gastrophryne usta</i>	Sapo boca angosta guasteca	Acahual	X	X	X
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	Pastizal, acahual, cultivo	--	--	X
<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes	Potrero, cultivo, pastizal	--	--	X
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana nidificadora de sabinal	Pastizal, cultivo, pantano, acahual	--	--	X
<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	Acahual, potrero, urbano,	X	X	X



Nombre científico	Nombre común	Tipo de Vegetación	ZEEF	ZEE	SAR
		pastizal, cultivo			
<i>Scinax staufferi</i>	Rana de árbol de Stauffer	Potrero, pastizal, acahual, orilla de río	X	X	X
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol mexicana	Pastizal, potrero, acahual, cultivo, orilla de río	X	X	X
<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana arbórea locuaz	Pastizal, acahual, cultivo	X	X	X
<i>Tlalocohyla picta</i>	Ranita grillo	Pastizal, acahual	X	X	X
<i>Trachycephalus venulosus</i>	Rana lechera	Cultivo, acahual, pastizal	X	X	X

Cuadro 3.39 Registro en ZEEF, ZEE y SAR de anfibios.
Fuente Social Value Institute

Solo tres especies de anfibios están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 pero no reportados en la Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, las cuales se muestran en el cuadro siguiente.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación
<i>Bolitoglossa rufescens</i>	Salamandra lengua hogueada rojiza	No endémica/Sujeta a protección especial	No se presenta
<i>Dermophis mexicanus</i>	Cecilia	No endémica/Sujeta a protección especial	No se presenta
<i>Gastrophryne usta</i>	Sapo boca angosta guasteca	No endémica/Sujeta a protección especial	No se presenta

Cuadro 3.40 Especies con estatus de conservación de anfibios.
Fuente Social Value Institute

A continuación, se muestran las especies de reptiles reportados en ZEEF, ZEE y SAR.

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Vegetación	ZEEF	ZEE	SAR
<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	Acahual, potrero, pastizal, cultivo	X	X	X
<i>Boa constrictor</i>	Mazacuate	Potrero	X	X	X
<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca	Cultivo	X	X	X
<i>Claudius angustatus</i>	Taiman		--	X	X
<i>Corytophanes imperialis</i>	Culebra rayada	Cultivo	X	X	X
<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana negra		X	X	X
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Cultivo, manglar y acahual	X	X	X
<i>Imantodes sp.</i>	Culebra		--	X	X
<i>Kinosternon leucostomum</i>	Pochitoque	Acahual	X	X	X
<i>Kinosternon sp.</i>	Tortuga		--	X	X
<i>Laemanctus sp.</i>	Lemacto		--	X	X
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Culebra real coralillo	Pastizal, acahual	X	X	X
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra ranera		X	X	X
<i>Leptophis sp.</i>	Culebra		--	X	X
<i>Sphaerodactylus sp.</i>	Geco		--	X	X
<i>Staurotypus sp.</i>	Tortuga		--	X	X
<i>Staurotypus sp.</i>	Tortuga		--	X	X

Cuadro 3.41 Registro en ZEEF, ZEE y SAR de reptiles.
Fuente Social Value Institute



En el cuadro siguiente se observan las siete especies de reptiles que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y dos de ellas también en la Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación
<i>Boa constrictor</i>	Mazacuate	No endémica/Amenazada	
<i>Claudius angustatus</i>	Taiman	No endémica/Peligro de extinción	
<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana negra	Endémica/Sujeta a protección especial	Sujeta a protección especial
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	No endémica/Sujeta a protección especial	Sujeta a protección especial
<i>Kinosternon leucostomum</i>	Pochitoque	No endémica/Sujeta a protección especial	
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Culebra real coralillo	No endémica/Amenazada	
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra ranera	No endémica/Amenazada	

Cuadro 3.42 Especies con estatus de conservación de reptiles
Fuente Social Value Institute

A continuación, se muestra el cuadro 3.33, con el registro en ZEEF, ZEE y SAR de mamíferos.

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Vegetación	ZEEF	ZEE	SAR
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador	Selva Media	X	X	X
<i>Artibeus sp.</i>	Murciélago	Acahual	--	X	X
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomiztle tropical		--	X	X
<i>Canis latrans</i>	Coyote			X	X
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo		X	X	X
<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago	Acahual	--	X	X
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	Acahual	--	--	X
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lenguetón	Acahual	X	X	X
<i>Nasua narica</i>	Coatí, tejón		X	X	X
<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	Acahual, pastizal	--	X	X
<i>Procyon lotor</i>	Mapache		X	X	X
<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago	Pastizal	--	X	X
<i>Pteronotus sp.</i>	Murciélago	Acahual	--	X	X
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris		X	X	X
<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	Acahual, pastizal, potrero, cultivo, subacuática	--	X	X
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puercoespín		X	X	X
<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago	Pastizal, acahual	--	X	X
<i>Sturnira sp.</i>	Murciélago	Acahual	--	X	X
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo		X	X	X

Cuadro 3.43 Registro en ZEEF, ZEE y SAR de mamíferos
Fuente Social Value Institute

Solo dos especies de mamíferos están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y una está en la Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, las cuales se muestran en el cuadro siguiente.



Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador	No endémica/En peligro de extinción	En peligro de extinción
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomiztle tropical	No endémica/Sujeta a protección especial	No se presenta

Cuadro 3.44 Especies con estatus de conservación de mamíferos
Fuente Social Value Institute

En el cuadro siguiente se presenta el registro en ZEEF, ZEE y SAR de aves. Es de mencionar que de las 18 especies reportadas ninguna está en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en la Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Vegetación	ZEEF	ZEE	SAR
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Amazilia del Golfo	Acahual	--	X	X
<i>Amazilia zacatl</i>	Amazilia tzacatl	Acahual	--	X	X
<i>Chloroceryle aenea</i>	Martin pescador enano	Raparía	--	X	X
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda de Canivet	Acahual	--	X	X
<i>Columbina inca</i>	Tórtola colilarga	Cultivo, acahual	X	X	X
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola común	Acahual, cultivo	X	X	X
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	Acahual	--	X	X
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Acahual	X	X	X
<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquero vientre amarillo	Acahual	--	X	X
<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia gorjiamarillo	Acahual	--	X	X
<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita piquigruesa	Pastizal	X	X	X
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	Acahual	--	X	X
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Acahual	--	X	X
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Acahual	X	X	X
<i>Myiarchus crinitus</i>	Copetón viajero	Acahual	--	X	X
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	Acahual	X	X	X
<i>Oryzoborus funereus</i>	Semillero piquigrueso	Pastizal	--	X	X
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal		X	X	X

Cuadro 3.45 Registro en ZEEF, ZEE y SAR de aves
Fuente Social Value Institute

Metodología de campo para la determinación de fauna silvestre

El muestreo de fauna se realizó para tres grupos faunísticos: avifauna (aves), herpetofauna (anfibios y reptiles) y mastofauna (mamíferos). Para la determinación taxonómica a nivel de especie de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo especializadas y claves de identificación, además con la experiencia del grupo investigación se logró identificar gran parte de los hallazgos de la fauna (para más detalles ver Anexo 3.3 Metodología de muestreo fauna).

Mamíferos

Para mamíferos medianos y grandes se realizaron caminatas de 1 km aproximadamente, por los diferentes tipos de vegetación en busca de excretas, huellas y posibles avistamientos (Aranda, 2000).



Cabe destacar que la perturbación al ecosistema a causa de las actividades antropogénicas tales como la ganadería y la obtención de madera dificultó un poco el trabajo, debido a que el grado de perturbación del ambiente crea un sesgo en la colocación de trampas. Durante los recorridos se encontraron madrigueras de armadillos en donde la tierra había sido removida recientemente, sin embargo, no se logró tener contacto visual con algún espécimen.

Avifauna

El muestreo de aves se realizó según la metodología propuesta por Ralph *et al.* (1996), la cual consiste en permanecer en un punto fijo y registrar todas las especies de aves vistas o escuchadas en intervalos de tiempo en las horas en que hay más actividad de aves, las cuales van del amanecer a medio día y de las 16 hrs hasta el anochecer.

En cada punto de monitoreo se registraron las aves escuchadas como avistadas y para la identificación de cada especie se tuvo la colaboración de gente del mismo ejido, quienes conocen ampliamente la fauna de la región, así como los hábitos de cada una.

El nombre común y las especificaciones de la gente local sirvieron como apoyo para la identificación con guías especializadas.

Se realizaron grabaciones de sonidos de aves y se realizaron fotografías y video para posteriormente llevar a cabo la identificación con las guías de campo Peterson & Chalif (1989) y Howell & Webb (1995) y la Guía rápida de Aves del Parque Ecológico Jaguarundi, del Olmo L.

Herpetofauna

Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos utilizando el método para inventarios de anfibios y reptiles propuesto por Lips *et al.* (2001), el cual consiste en realizar transectos de inspección por encuentro visual, en los cuales dos o más personas caminan a lo largo de estos transectos y buscan a los organismos en la vegetación, en charcos, estanques, corrientes de agua y riberas de los ríos; también removiendo hojarasca, troncos, piedras, agujeros en el suelo, y cualquier sitio en donde se puedan encontrar estos.

Selección y puntos de muestreo

Para fines prácticos se decidió que los mismos conglomerados para vegetación que se presentan a continuación, como sitios de muestreo de vegetación sean los mismos para el muestreo de fauna. Los recorridos en campo fueron temprano para realizar los transectos y puntos de muestreo. En cada lugar se obtuvieron datos del medio biofísico, coordenadas UTM y en formatos especiales se anotaron las especies encontradas directa o indirectamente.

CONGLOMERADO DE MUESTREO PARA FAUNA	Tipo de vegetación	Coordenadas UTM (X)	Coordenadas UTM (Y)
1	Palmar	358288.36	1998538.70
2	Selva mediana perennifolia	358860.14	1998574.46
3	Pastizal inducido - palmar	357407.11	1998810.68



CONGLOMERADO DE MUESTREO PARA FAUNA	Tipo de vegetación	Coordenadas UTM (X)	Coordenadas UTM (Y)
4	Pastizal inducido - palmar	357248.81	1999676.97
5	Achual – selva mediana perennifolia	357524.91	2000103.88
6	Pastizal inducido – selva mediana perennifolia	359430.42	1999887.80

Cuadro 3.46 Selección y ubicación de puntos de muestreo para la caracterización de los tipos de vegetación en la ZEEF
Fuente: Social Value Institute

Resultados

A. Fauna Potencial

Se realizaron listados de fauna potencial para la ZEEF, ZEE y SAR (referidos en secciones previas), en dichos listados se incluyeron las especies con posible distribución u ocurrencia dentro del polígono, esto con el fin de verificar si las especies esperadas (registro bibliográfico) guardan relación con las especies observadas (muestreo en campo).

En resumen, para la ZEEF, se tienen 31 especies de herpetofauna, de las cuales 10 especies están en la NOM-059-SEMARNAT-2010: 6 especies en protección especial, 3 especies amenazadas y una en peligro de extinción; 18 de avifauna sin ningún estatus. Y 19 de mastofauna, una en peligro de extinción y una sujeta a protección especial.

Durante el proceso de muestreo es importante mencionar que para los grupos de mamíferos y herpetofauna no se tuvo éxito en cuanto a tener a la vista especímenes de dichos grupos faunísticos, la posibilidad de que estos grupos fueran presentes y/o avistados era que se presentaran en los recorridos nocturnos, sin embargo por cuestiones de logística y de seguridad estos recorridos y muestreos no se podían llevar a altas horas de la noche, esto debido a que quienes nos acompañaron tanto en el día como en la noche no se responsabilizaban por nuestra seguridad por los índices de delincuencia en la zona, ya que por tener por actividad importante la cría de ganado en el polígono el robo de ganado se da de manera frecuente, por lo que se decidió retirarse del polígono a más tardar 9:00 pm, esto a que si se presentaba un suceso de esa naturaleza se corría el riesgo de:

- Ser agredido en la integridad personal
- Pérdida de equipo técnico (GPS's, Cámaras fotográficas, de video, tabletas digitales, equipo de cómputo)

Es importante resaltar que de todo el recorrido que se realizó en las 474.44 ha del ejido Cinco de Mayo; que aloja el polígono de la ZEE Coatzacoalcos, durante el proceso de caminar de un punto de muestreo a otro existen veredas y en mucho de los casos por lo abundante de la vegetación (lianas, arbustos y pastos crecidos se tiene que abrir camino para poder acceder al siguiente punto de muestreo, esto tiene como consecuencia que la fauna presente en veredas y caminos se retire del lugar por el ruido generado de un punto a otro, en esos recorridos se detectaron madrigueras que a decir de la experiencia de los lugareños y del personal técnico responsable de analizar fauna, corresponden a armadillo (*Dasyurus novemcinctus*).





Figura 3.16 Madriguera de armadillo
Fuente: Social Value Institute

La situación fue muy favorable para la avifauna ya que esta fue observable de manera frecuente en el transcurso de todo el día por el tiempo que duraba el muestreo de vegetación y de fauna.

B. Composición y estructura (análisis de biodiversidad) faunística

Para medir la diversidad de especies de aves se utilizó el Índice de Shannon, mediante el cual se obtiene la abundancia relativa por especies y la diversidad del ecosistema. La diversidad, la abundancia y la distribución de las especies son diferentes en los ambientes del área de estudio, debido a que el estado de conservación de los ecosistemas es heterogéneo en la región. Esto se debe principalmente a la presión humana basada en el desarrollo de la industria petrolera, el crecimiento urbano que provoca una enorme cantidad de desechos sólidos y flujo de aguas negras y la presencia de fábricas de fertilizantes y zonas agrícolas. En el siguiente cuadro se presenta el cálculo de abundancias relativas para la avifauna.

Abundancia Relativa

Avifauna (aves)

Se puede observar en el siguiente cuadro el cálculo de abundancias relativas por especie, al igual que el valor del índice de diversidad de Shannon el cual corresponde a un valor de 2.12. lo que significa que todas las especies representadas en la muestra tienen una probabilidad muy similar de ser representadas, sin embargo desde el punto de vista de sus abundancias existen siete especies en las que sus abundancias son relativamente bajas a muy bajas, lo cual con seguridad nos pueden indicar que son especies que, dentro del polígono de la ZEEF solo están de paso y no de una permanencia constante, a diferencia de las otras siete especies en las que sus abundancias son de medias a elevadas, lo que quizá signifique la disponibilidad de alimento y refugio dentro de la ZEEF, son significativas para su reproducción, lo que hace que sus abundancias sean más que en otras especies.



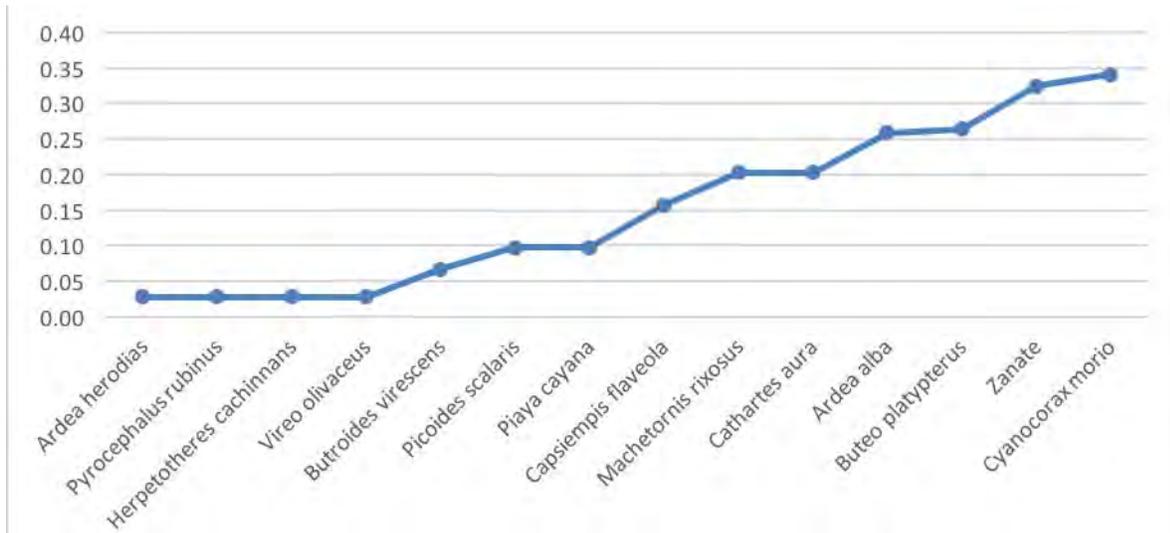
Índice de Diversidad de Shannon						
Nombre Científico	Nombre Común	pi	pi/P	ln(pi)	pi/P*ln(pi)	H
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	23.0	0.12	-2.09	-0.26	0.26
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena (juvenil)	1	0.01	-5.23	-0.03	0.03
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla	24.0	0.13	-2.05	-0.26	0.26
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	3.0	0.02	-4.13	-0.07	0.07
<i>Capsienpis flave</i>	Mosquerito amarillo	10.0	0.05	-2.92	-0.16	0.16
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	15.0	0.08	-2.52	-0.20	0.20
<i>Psilorhinus morio</i>	Urraca pea	44.0	0.24	-1.44	-0.34	0.34
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	1.0	0.01	-5.23	-0.03	0.03
<i>Machetornis rixosa</i>	Picabuey	15.0	0.08	-2.52	-0.20	0.20
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	5.0	0.03	-3.62	-0.10	0.10
<i>Piraya cayana</i>	Charrasca hormiguera	5.0	0.03	-3.62	-0.10	0.10
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	1.0	0.01	-5.23	-0.03	0.03
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	38	0.20	-1.59	-0.32	0.32
<i>Vireo olivaceus</i>	Víreo ojo rojo	1.0	0.01	-5.23	-0.03	0.03
P		186.0	1.00		-2.12	2.12

Cuadro 3.47 Cálculo del índice de diversidad para avifauna dentro de la ZEEF.

Fuente: Social Value Institute

pi = abundancia proporcional de la especie; P = total de las especies de la muestra; H = Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

El valor de la sumatoria de H se ha calculado en muchos estudios ecológicos que demuestran que el valor de H generalmente varía entre 1.5 a 3.5, por lo que raramente pasa de 4.5. Esto quiere decir que el valor del índice de diversidad de Shannon calculado en el área tiene un valor de diversidad normal para avifauna.



Gráfica 3.17. Abundancia relativa de avifauna por especie.



En la gráfica anterior se puede observar las especies de aves encontradas en el sitio y su abundancia relativa, ordenados de mayor a menor. Este índice se calcula de acuerdo a la sumatoria del número de avistamientos de la especie en cada uno de los puntos de muestreo en el área.

Mosquerito Amarillo

Capsiempis flaveola



Charrasca Hormiguera

Piaya cayana



Vireo ojo rojo

Vireo olivaceus



Picabuey

Machetornis rixosus



Urraca Pea

Cyanocorax morio



Mosquero Cardenal

Pyrocephalus rubinus



Halcón Guaco

*Herpetotheres
cachinnans*



Garceta Verde

Butorides virescens



Aguililla

Buteo platypterus



Garza Morena (Juvenil)

Ardea herodias



Garza Blanca

Ardea alba



Especies de fauna de importancia económica

Existe una escasa información sobre la ecología y biología de la mayoría de la fauna presente en la ZEE y ZEEF y su estado de conservación, debido a los usos de suelo presentes su situación es crítica, ya que la mayoría de estos usos están asociados de alguna manera a la vegetación primaria y a los acahuales, sobre los cuales se sigue ejerciendo una fuerte presión de deforestación para actividades de pastoreo.

No existen especies en específico de una importancia económica, sin embargo, la Asociación Estatal de Unidades de Manejo del Estado de Veracruz, de las 400 UMA's registradas en todo el estado, 120 UMA's son manejadas por esta asociación, las cuales, sin especificar los sitios en Coatzacoalcos, pretenden que se desarrollen ranchos cinegéticos donde desarrollan criaderos intensivos y extensivos para la cría de iguanas, tortugas, tepescuincle y jabalí.

Es importante señalar que dicho por los lugareños los organismos que más se explotaron y con un valor económico es el pochitoque e iguana verde.

3.3.3 SÍNTESIS AMBIENTAL

a) Características generales SAR y la ZEE

En el contexto nacional de riqueza biológica y ecosistémica, el Sistema Ambiental Regional (SAR) se caracteriza por contener una enorme biodiversidad producto de su historia natural, sobresaliendo su enorme diversidad de ecosistemas y condiciones ambientales.

El medio natural del SAR se caracteriza por tierras inundables o inundadas cruzadas por vías fluviales que generan ambientes de esteros, lagunas, lagunetas y un gran pantano. Las funciones ecológicas de estos cuerpos que constituyen un gran sistema, son muchas: desempeñan un papel importante en el equilibrio de los ciclos geoquímicos globales, en especial en el del agua; son un sistema generador y exportador neto de nutrientes hacia las zonas biológicas productivas de la región; son un hábitat irremplazable para la flora y fauna silvestres local y para las aves migratorias y son una trampa de contaminantes y un purificador natural del agua del sistema ecológico y el de las costas que le corresponden.

Asimismo, el SAR se caracteriza por contener una gran heterogeneidad de complejos territoriales naturales y una enorme pluralidad de hábitats terrestres, estuarinos y palustres, resultado de su ubicación en el área de confluencia entre la zona neotropical y la zona neártica continental. Entre ellos existe uno de los sistemas de humedales más importantes del Golfo de México con un sinnúmero de cuerpos acuáticos que constituyen el considerablemente importante hábitat de una enorme diversidad faunística. Esta multiplicidad de hábitats coloca a la zona como un área privilegiada en el sureste mexicano y a nivel global. Además, enriquece estratégicamente a la planicie costera de inundación del Golfo de México, con un gran número de servicios ambientales, entre ellos ser hábitat de aves migratorias y residentes (M. Caso *et al.*, 2004; Herzig, 1986), a pesar de no encontrarse dentro de las AICA registradas en el país.



Las características generales del SAR se encuentran directamente influenciadas por las actividades en los municipios donde se asienta y las cuales se consideran como directas.

El desarrollo económico que conlleva el establecimiento de la ZEE Coatzacoalcos de manera directa presentará impactos ambientales que tendrán que ser valorados a mayor detalle en función de cada uno de los procesos industriales a desarrollarse en la propia ZEE, así como de aquellas necesidades de infraestructura a corto, mediano y largo plazo que vaya demandando el desarrollo de la ZEEF como: carreteras nuevas y modernización de las existentes, puertos, terminal de usos múltiples (Laguna Pajaritos), ferrocarriles (accesos), considerando desde luego que la significancia y/o magnitud de dichos impactos serán mucho mayores en la medida que estemos en el área aledaña a las instalaciones de dicha ZEE.

En el SAR se albergan una alta densidad de instalaciones de procesos petroquímicos, por ejemplo La Cangrejera y el número significativo de ductos que se alojan en el sistema, se presenta también una diversidad de ecosistemas, incluyendo entre ellos a los humedales y manglares, los cuales son reconocidos como prioritarios en las políticas de conservación del gobierno federal; están presentes también una variedad de actividades económicas que se desarrollan en la SAR, así como una compleja dinámica socioeconómica derivada del desarrollo de esta alta densidad industrial, urbana y de otras características específicas del SAR.

La complejidad física y territorial que existe dentro de la SAR, es una consecuencia de las características de la industria y de sus procesos, y está directamente asociada a la amenaza que las diversas instalaciones representan para los ecosistemas, asentamientos humanos, la población y sus actividades económicas.

La Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos en la cual está inmersa en el SAR, destaca a nivel nacional por la cantidad y diversidad industrial y por el desarrollo de una economía industrial basada en los hidrocarburos. Al mismo tiempo se presentan condiciones ambientales cuyas características la convierten en un espacio integrado por ecosistemas diversos de gran fragilidad y vulnerabilidad dada la notoria concentración de instalaciones industriales y asentamientos humanos, de ahí la importancia de conocer el comportamiento industrial en el SAR, así como sus relaciones geográficas con las características del medio natural, por lo que se estableció describir estos ecosistemas mediante su geomorfología como unidades cartográficas espacio-temporales denominándolas geosistemas como por ejemplo geosistema de planicies acumulativas etc, en el siguiente cuadro se establecen los geosistemas y sus características de cada uno de ellos prevalecientes en el SAR, ZEE y ZEEF, algunas vistas panorámicas se pueden observar en el anexo 3.6.

Geosistema Tecnógeno-Industrial	Geosistema Tecnógeno urbanos, urbano-rurales, rurales- urbano, y rurales	Geosistema Tecnógeno-hidráulico	Geosistema Agrario
Geosistemas petroleros	Sector primario	Embalses	Agricultura de humedad con cultivos anuales
Geosistemas mineros	Sector secundario		Agricultura de temporal con cultivos anuales
Geosistemas portuarios	Sector terciario		Agricultura de temporal con cultivos semipermanentes y



Geosistema Tecnógeno-Industrial	Geosistema Tecnógeno urbanos, urbano-rurales, rurales-urbano, y rurales	Geosistema Tecnógeno-hidráulico	Geosistema Agrario
			permanentes.
			Agricultura de temporal con cultivos permanentes.
			Pastizales cultivados e inducidos

Cuadro 3.48 Geosistemas característicos del SAR y la ZEE
Fuente: Social Value Institute

Geosistema Mixto	Geosistema Natural y semitransformado transicional	Geosistema Natural y semitransformado marinos
Naturales y semitransformados	De planicies acumulativas costeras	Plataforma continental
De Selva alta y media perennifolia con vegetación secundaria	De costas acumulativas	
De lagunas y ríos	De lagunas costeras y esteros	
De planicies acumulativas fluviolacustres y palustres	De manglares	
De planicies acumulativas con bajos inundados permanentes (vegetación hidrófila)		

Cuadro 3.49 Geosistemas característicos del SAR y la ZEE. Continuación
Fuente: Social Value Institute

Geosistema Tecnógeno-industrial. La mayor parte de la industria se localiza a la margen derecha (este) del río Coatzacoalcos, conformada por: infraestructura destinada a la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte del petróleo y derivados, tales como los campos de pozos petroleros, áreas de distribución, redes de ductos y los complejos petroquímicos de Cosoleacaque, La Cangrejera, Pajaritos y Morelos,

Geosistema Portuario. A este rubro pertenece el puerto de Coatzacoalcos, que en realidad es un complejo portuario, el más importante y dinámico del país; está conformado por las instalaciones, también portuarias, de Coatzacoalcos, Pajaritos, Nanchital y Minatitlán, que se localizan desde aproximadamente los 4.5 km hasta los 36 km aguas arriba de la desembocadura del río Coatzacoalcos. Los principales productos que se mueven son: petróleo y sus derivados, azufre, productos químicos y agrícolas. Debido a las actividades industriales que se realiza en las instalaciones portuarias se presentan problemas de contaminación de aire, suelo y agua. En el área de estudio, los complejos portuarios se distribuyen en una superficie muy pequeña de 0.18 km², correspondiente a 0.01% del total.

Geosistemas tecnógenos urbanos, urbano rurales, rural-urbano y rurales. En los geosistemas urbanos ocurren las mayores transformaciones; han perdido su carácter natural al aumentar sus necesidades de insumos artificiales. En ellos, la expansión territorial se está dando aceleradamente, en detrimento

de los geosistemas naturales como la planicie acumulativa costera con cordones de dunas y la planicie acumulativa fluvio-lacustre y palustre. En los geosistemas urbanos se concentran los problemas ambientales relacionados con la contaminación de aire (y auditiva), agua y suelo, particularmente en Coatzacoalcos, Minatitlán y Nanchital. Mientras que en los geosistemas rural urbanos y rurales predomina la contaminación del agua y del suelo.

Geosistemas agrarios. Los geosistemas agrarios tienen una amplia distribución y dependen para su funcionamiento de la energía solar y de las condiciones del suelo. Aunque en menor proporción que los geosistemas clasificados como tecnógenos, estos también necesitan energía artificial proporcionada mediante insumos agroquímicos. Actualmente se expanden rápidamente a expensas de las selvas y otros tipos de vegetación. La aplicación de agroquímicos es una característica, como herbicidas, abonos químicos y otros, lo que lleva a la aportación de contaminantes al suelo y agua.

Pastizales cultivados e inducidos (pastizales cultivados e inducidos, mezclados con palmares o acahuales). Suficientemente grandes para representarse cartográficamente como unidades independientes. Las praderas inducidas son consecuencia del desmonte de áreas cubiertas originalmente con selvas. Algunas de ellas primero fueron utilizadas con fines agrícolas, pero actualmente se destinan a la ganadería intensiva y extensiva de especies criollas de bovinos con fines comerciales. Debido a las rugosidades del terreno y al uso intensivo del suelo para actividades productivas, los asentamientos humanos son reducidos. La aplicación de agroquímicos es una característica, como herbicidas, garrapaticidas y otros, lo que lleva a la aportación de contaminantes al suelo y agua.

Geosistemas mixtos. Agrupa geosistemas naturales, semitransformados y transformados. En ellos se incluyen principalmente grandes lotes o predios baldíos, pequeños relictos de selvas, vegetación en proceso de degradación (acahuales), pastizales cultivados e inducidos, cultivos de temporal. La superficie cubierta por los geosistemas mixtos es reflejo de una dinámica acelerada cuya fragmentación se debe al cambio de uso del suelo. En estos geosistemas se conjuga todo tipo de problemas ambientales pues están sujetos a plagas y enfermedades, inundaciones, sequías, incendios forestales y contaminación de suelo, agua y aire; entre otros.

Geosistemas naturales semitransformados terrestres-selva alta y media perennifolia. Son los geosistemas que representan mejor a las comunidades arbóreas, las cuales albergan una gran diversidad de especies de flora y fauna. Y aportan servicios ambientales a los demás geosistemas.

En ellos se incluyen las superficies mejor conservadas, ya sea como selvas primarias o secundarias, así como pequeños núcleos de selvas inundables y de vegetación secundaria o acahuales en diversos estados sucesionales, presentan diferentes grados de deterioro ambiental, debido a factores naturales y humanos; son de los más amenazados porque a costa de ellos se están ampliando las fronteras agrícolas, pecuarias, industriales, urbanas y turísticas.

Geosistema de lagunas y ríos. Los geosistemas terrestres diferenciados por factores hídricos se refieren a los cuerpos de agua continentales (lagunas y ríos) que tienen poca o ninguna influencia marina. Estos geosistemas son muy sensibles a la acción humana, la cual se manifiesta a través de



múltiples impactos como la contaminación por fugas y derrames de hidrocarburos, por agroquímicos y por desechos municipales e industriales.

Geosistema de planicies acumulativas fluvio-lacustres y palustres (vegetación hidrófila y pastizales inundables). Se caracterizan por tener un relieve plano cubierto por sedimentos que provienen de los aportes de los sistemas fluvial y lacustre; incluyen a los pantanos con aguas estancadas o en condiciones de escaso movimiento y sujetos a variaciones hidrológicas estacionales.

En ellos se desarrollan amplias comunidades de vegetación hidrófila representada por popales, tulares y carrizales, así como pequeños manchones de selvas y palmares inundables; también se cultivan e inducen pastizales que toleran suelos saturados por el agua.

El acelerado desarrollo urbano que se está dando en la región pone en peligro a estos geosistemas pues son claros los procesos de degradación y desaparición.

Geosistema de planicie acumulativa con bajos inundados permanentemente (con vegetación hidrófila). Están ubicados sobre el relieve más deprimido de la zona, en pantanos de cuenca, cubetas de decantación o bajos que permanecen inundados todo el tiempo. Sus suelos hidromórficos mantienen una vegetación básicamente de popal y tular, que muestra una gran perturbación humana.

En ellos se vierten aguas residuales y algunos están siendo rellenados con escombros y desechos de todo tipo para destinarlos a usos de suelo urbanos. Por lo anterior, se ha determinado la restricción del crecimiento poblacional hacia estas zonas por considerarlas muy vulnerables

Las unidades cartográficas que caracterizan y que están presentes en la ZEEF se presentan en el siguiente cuadro.

Geosistema Tecnógeno-Industrial	Geosistema Tecnógeno urbano-rurales, urbano, y rurales	Geosistema Agrario	Geosistema Mixto
Geosistemas petroleros	Sector primario	Pastizales cultivados e inducidos	De Selva media perennifolia con vegetación secundaria
	Sector secundario		De lagunas y ríos
	Sector terciario		De planicies acumulativas con bajos inundados permanentes (vegetación hidrófila)

Cuadro 3.50 Geosistemas que caracterizan el ZEEF
Fuente: Social Value Institute

El geosistema tecnógeno-industrial se encuentra caracterizado por el complejo petroquímico La Cangrejera, como el más importante de la zona y de influencia directa en la ZEEF, el geosistema tecnógeno urbano-rural, se encuentra caracterizado por la vivienda presente en el Ejido 5 de Mayo, así como la industria ya establecido dentro del propio ejido, el geosistema agrario por las actividades desarrolladas en el cultivo de pastizales y por los inducidos presentes. El geosistema mixto por la presencia de vegetación de selva media, la laguna presente en la fracción norte del Ejido y de las

planicies acumulativas y bajos inundados de la parte más baja de la fracción sur del polígono del Ejido Cinco de Mayo.

b) Diagnóstico regional sobre los recursos naturales y la conservación ambiental

En algunos sitios de este sistema se han perdido irreversible o casi irreversiblemente importantes atributos ecológicos funcionales clave de sus paisajes. En el SAR se encuentran impactados negativamente no sólo en parte de sus componentes naturales, productivos e incluso estéticos, sino que, de mantenerse los pasivos ambientales ocasionados por las descargas al río de las aguas servidas de las zonas urbanas e industriales, aunadas a la contaminación al aire generada por estas mismas industrias, amenaza con ya no poder ofrecer los servicios ambientales que actualmente genera.

El gran paisaje del SAR ha sufrido fuertes modificaciones ecológico-paisajísticas en la mayor parte de su superficie, a causa de las diversas actividades desarrolladas por las actividades humanas. Por tal razón se encuentra fuertemente modificado, de tal manera que la intervención antrópica ha conducido al menoscabo de la funcionalidad natural de los ecosistemas, poniendo en riesgo la salud de muchos habitantes. Además del deterioro por contaminación descrito, el proceso de desgaste natural de los suelos se ha visto acelerado por las estrategias productivas agropecuarias que se han establecido en la zona, en términos de magnitud e intensidad de los modelos productivos como el monocultivo y la ganadería extensiva; estas prácticas manifiestan niveles de rendimiento cada vez menores y una escasa producción excedentaria.

El desarrollo de la mayor parte de estas actividades, igual que en la mayor parte del país, se ha realizado sin un marco de planeación integral que tome en consideración tanto los aspectos económicos, como los de orden social, organización territorial y preservación sustentable del ambiente. La falta de políticas y criterios ecológicos apropiados en la toma de decisiones relacionadas con los destinos y usos del suelo, ha generado incompatibilidad entre el desarrollo de determinadas actividades humanas y la capacidad de carga ecológico-paisajística del territorio.

La situación ha llegado al tal grado que ésta es una de las regiones del litoral mexicano identificada por la comunidad científica y ambientalista como una de las más contaminadas del país. El crecimiento incontrolado y no planificado de algunos núcleos urbanos también ha causado un notable deterioro a los paisajes naturales. A pesar de tales impactos en el SAR, la naturaleza del área mantiene un grado importante de resiliencia ecológica y con ello de potencial vital en sus ecosistemas naturales.

La inserción del polígono de la ZEE en un paisaje con el deterioro ambiental descrito implica necesariamente que las distintas obras de infraestructura asociadas directa o indirectamente a ella eviten afectaciones adicionales, cumpliendo con la normatividad ambiental, además de la necesaria promoción de proyectos productivos sustentables para las zonas periurbanas y rurales que se pueden ver afectadas por el futuro desarrollo de esta Zona Económica Especial unitaria.

Entrevistas con actores sociales en el tema ambiental

Las entrevistas fueron realizadas durante el periodo del 5 al 7 de diciembre de 2016, con base en la guía revisada por la Autoridad Federal, obteniendo valiosa información sobre el proyecto de la ZEE

Coatzacoalcos, donde se les indicaba el tipo de proyecto y sectores industriales de acuerdo a la vocación de la zona, del que aún se desconocía el sitio de ubicación preciso, pero que sería en el área conurbada.

Las organizaciones de la sociedad civil, encontradas en la búsqueda por internet y referencias de otros actores sociales de la localidad, no se encontraron con excepción de Decotux, A.C., que trabaja en la sierra de Santa Martha, pero condicionaba su respuesta a tener el guion de la misma y mayor información, para responderla por escrito, razón por la cual no se llevó a cabo la entrevista. Mencionaron otros actores sociales entrevistados, que este tipo de organizaciones se hacen presentes en momentos coyunturales, como elecciones o conflictos sociales. De Decotux, se obtuvo información que es una organización activa con residencia en Chinameca.

Se realizaron 9 entrevistas con los siguientes actores sociales, agrupados por sectores.

Sector Gobierno: 1) Dirección de Obras, Ayuntamiento de Nanchital, 2) Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Social, Ayuntamiento de Ixtlahuacán del Sureste, 3) Delegación Federal en Veracruz, SEMARNAT;

Sector Academia: 4) Dirección del Programa Ecoforestal, PRONATURA Veracruz, 5) Parque Ecológico Jaguarundi, Instituto de Ecología de Xalapa;

Sector Empresarial 6) Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), Región Sur de Veracruz, 7) Braskem IDESA (Etileno XXI);

Sector OSC: 8) PEMEX Producción de La Cangrejera, 9) PEMEX Seguridad Industrial, Protección Ambiental y Salud Ocupacional de La Cangrejera.

A los entrevistados, se les indicaba el tipo de proyecto y sectores industriales de acuerdo a la vocación de la zona, del que aún se desconocía el sitio de ubicación preciso, pero que sería en el área conurbada.

A continuación, se menciona el conjunto de opiniones obtenidas para el proyecto (para ver más detalles en el Anexo 3.4 Entrevistas con actores).

- En opinión de los entrevistados, el valor ambiental de la región es alto, a pesar del impacto industrial a que ha estado sometida. Que las cercanías de los Complejos industriales, la vegetación crece abundante. Opinión unánime
- Los elementos más valiosos a preservar son, vegetación, agua y aire. Opinión unánime
- La mayor afectación ha sido sobre el agua, vegetación y fauna silvestre. El agua del río, cuerpos de agua y playa, se conoce de mala calidad por los entrevistados. Opinión mayoritaria
- No existe una cultura ciudadana de cumplimiento normativo. Las grandes empresas cumplen con la normatividad, el resto de la sociedad no pone atención en el cumplimiento. Opinión mayoritaria



- Los impactos ambientales, pueden disminuirse con la vigilancia de la autoridad en los tres niveles, que no lo hace lo suficiente. Si se vigila, para cumplir la normatividad oficial o con la que cuentan empresas como PEMEX, la contaminación se controlaría. Opinión mayoritaria
- En el desarrollo de proyectos nuevos como este, se pueden controlar los impactos, si existe un cuerpo permanente de vigilancia y monitoreo, que reporte a la industria, y después a la sociedad. Si se clasifica la industria por sector para especializar la vigilancia. Un cuerpo como el Grupo Local de Ayuda Mutua, que ya existe en el área industrial, encabezado por PEMEX. Y actividades de mejora del entorno ambiental, a través de parques ecológicos y educación ambiental a la sociedad. Opinión del sector empresarial y jubilados de PEMEX
- La mitigación solo la aplican las grandes empresas. Opinión mayoritaria
- Es necesario financiamiento para impulsar servicios de soporte a las actividades de apoyo a la industria, para mejorar el control de la contaminación, capacitación y educación ambiental, así como impulsar el desarrollo de conocimiento (investigación, desarrollo tecnológico e innovación). Opinión del sector empresarial y jubilados de PEMEX
- Es necesario trabajar en el uso eficiente de materias primas, agua y otros insumos, reuso y valorización de residuos (líquidos y sólidos) para su aprovechamiento en otras cadenas productivas, y disminuir residuos industriales. Opinión mayoritaria
- Es necesario el uso eficiente de la energía, para disminuir el uso de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto de invernadero.

De lo anterior se desprende que el medio natural se encuentra fuertemente perturbado por la actividad antropogénica. La riqueza natural en el SAR y la abundancia de humedad y nutrientes, permiten que la vegetación persista en su crecimiento, en convivencia con la fauna que aloja, donde juega un papel importante como procesador y transportador de semillas. El aislamiento de acahuales, vegetación de zonas inundables o pantanosas, reduce este efecto de la fauna. El medio acuático, también se ve reducido en su continuidad por el desarrollo urbano industrial, para el desplazamiento de la fauna acuática y el cumplimiento de los ciclos de reproducción y crecimiento.

El impacto de los proyectos industriales aunado al urbano, ha sido alto, sobre todo antes de la desembocadura del río al mar. Siendo los pantanos y el río los más afectados. Las medidas de mitigación son escasas a nivel municipal, a nivel industrial los obliga la autoridad federal. Se considera, por parte de los especialistas entrevistados, que los elementos más valiosos a preservar, son los humedales y dunas costeras

El incumplimiento de la normatividad ambiental en las actividades antropogénicas, la falta de vigilancia de la autoridad para su cumplimiento, la falta de una cultura ambiental en la población, inciden de manera negativa en la conservación de un ambiente sano que permita una mejor convivencia del medio natural y las actividades antropogénicas.

c) Diagnóstico y tendencias ambientales de la región

Identificación y análisis de los procesos de cambio en el SAR

La región de la cuenca baja del río Coatzacoalcos en la que se sitúa el SAR de la ZEE posee una gran riqueza y diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos, donde se conjugan elementos de flora y



fauna propios de la zona de transición tropical-boreal. En ella interactúan ecosistemas de gran belleza escénica y también de alta fragilidad.

A través de su historia reciente la región ha sufrido drásticas transformaciones en su ambiente tanto natural como socioeconómico, debido principalmente al desarrollo de la actividad petrolera y otras industrias, las políticas de colonización agropecuaria, y el crecimiento urbano asociado a estas actividades. En los años setenta, con la consolidación de la actividad petrolera, la región resultó en un polo de desarrollo económico que impulsó la mayor plataforma petroquímica del país, convirtiéndose en un pilar económico geoestratégico nacional. El proceso de crecimiento económico acelerado no se dio en un marco de Planeación Integral en la que coincidieran las preocupaciones económicas, las de orden social, las de organización territorial y de preservación del medio ambiente.

Estas transformaciones desencadenaron, entre otros fenómenos, grandes desequilibrios ambientales y sociales diferenciados en el tiempo y en el espacio, sujetos a momentos tanto de rápido crecimiento, como de retracción y estabilización. De esta forma, durante los últimos 60 años, los principales procesos que ha vivido la región se pueden sintetizar en:

1. El fuerte peso específico de los sectores químico y petroquímico en la economía regional, lo que ha determinado que:
 - a) El crecimiento económico de la región quedara sujeto a los periodos de bonanza o estancamiento del sector, dado que éste funciona como principal agente de inversión, de generación de empleos y constructor o promotor de infraestructura.
 - b) Junto al peso económico del sector se estableciera un poder político, real u otorgado, que involucra al mismo en la toma de decisiones sociales y productivas en el conjunto regional, a través de su influencia en el resto de las ramas productivas.
2. Al funcionar las actividades petroquímicas bajo una economía de enclave, esto se ha traducido en que:
 - a) La renta de estas actividades no permanece en la región.
 - b) El nicho de implantación no logra una vinculación económica real ni armónica que beneficie realmente al resto del territorio veracruzano.
3. Aunado al desarrollo industrial, el crecimiento urbano no planificado y las políticas de uso del suelo basadas en incentivos perversos que promueven actividades agropecuarias en sitios no aptos o de baja rentabilidad, han generado impactos descontrolados y acumulativos sobre el sistema natural y socio productivo, así como la contaminación directa y diferida de amplias superficies del territorio. Sus ecosistemas se han visto severamente impactados por la deforestación o al ser utilizados como receptores de desechos sólidos y líquidos de las principales empresas y zonas urbanas de la zona. De la misma manera, el conjunto industrial en esta zona es fuente de una contaminación atmosférica elevada, por la emisión de partículas sólidas suspendidas, bióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y otros. El deterioro del medio ambiente en el área del SAR, con el correspondiente impacto en servicios ambientales e incremento en los niveles de riesgo poblacional. Este deterioro, obedece también al crecimiento sin control, tanto de la frontera agropecuaria, como



de las principales manchas urbanas.

4. En la actualidad las actividades petroleras no ofrecen suficientes fuentes de empleo para satisfacer la demanda de la población que se ha visto atraída por el desarrollo industrial, lo que promueve efectos diferenciados en la región que se manifiestan fundamentalmente en los siguientes procesos:
 - a. Desempleo creciente con la consecuente migración desde los centros urbano-industriales, principalmente hacia la frontera norte del país.
 - b. Ganaderización extensiva y reconversión coyuntural de ecosistemas naturales y milpas, a cultivos forrajeros y potreros con la consecuente contaminación de suelo y cuerpos de agua, además de la pérdida de riqueza biológica y sus servicios ambientales.
 - c. Intensificación de monocultivos de plantación (hule, eucalipto y palma de aceite) con la consecuente pérdida de biodiversidad y contaminación.
 - d. Presiones sobre el uso del suelo en las zonas urbano - industriales (desechado de humedales, invasión de tierras, formación de barrios marginales) que determinan un crecimiento descontrolado, incluso sobre zonas de alto riesgo natural e industrial.
 - e. Presiones sobre los ecosistemas que dan funcionalidad a la cuenca en términos hídricos, de regulación climática y para el mantenimiento de la vida silvestre.

Por lo anterior, la región debe ser vista como un sistema complejo a partir del cual debe buscarse un balance entre la disponibilidad, la demanda y el deterioro de los recursos naturales regionales, en el entendido de que la disponibilidad de recursos naturales es condicionante del desarrollo regional. Es inaplazable instrumentar medidas y acciones para proteger y conservar los bienes, servicios y funciones ambientales que pueden proporcionar de manera natural los recursos naturales de la región, para que su aprovechamiento racional garantice su permanencia en el tiempo. Será necesaria además la restauración y, en algunos casos, la remediación ecológica que permitan incorporar áreas degradadas a la producción o restituirles su función ecológica. La estructura social y los procesos históricos de la región, son factores clave que ponen en evidencia la urgente necesidad atender el ordenamiento ecológico en la vida cotidiana de la región.

Las planicies fluvio-lacustres y palustres con vegetación hidrófila y pastizales inundables, así como los manglares resultan con una sensibilidad alta; las sensibilidades de las planicies acumulativas con bajos inundados permanentemente, cuentan con una sensibilidad muy alta. La vulnerabilidad ambiental global de los geosistemas de selva su sensibilidad es moderada; mientras que los geosistemas agrarios y mixtos reflejan una sensibilidad baja y muy baja.

Tendencias Ambientales

De continuar la actividad antropogénica sin atender la afectación del medio ambiente (el cual le surte de servicios), la tendencia inercial a futuro, se plantea en un mayor deterioro del medio natural. La cubierta vegetal, como se mostró (3.3.2 a), continuará disminuyendo. Sustituyéndose por pastizales para ganadería y la agricultura, y con ello, la dificultad de mantener una diversidad de flora y fauna, de aumentar la contaminación de suelo y agua por pesticidas y agroquímicos. El crecimiento de las áreas urbanas, seguirá disminuyendo el área de infiltración e incrementando el efecto de isla de calor,



con el consecuente cambio local del microclima. Con el crecimiento de la población, la generación de mayor cantidad de agua residual y residuos sólidos, aunado a la deficiencia en su manejo, incrementará la contaminación de suelo y cuerpos de agua. Con incremento en la circulación de automotores de combustión interna, y el aumento de emisiones atmosféricas de la industria, disminuirá la calidad del aire en las zonas urbanas e industriales.

Para revertir esta tendencia es necesario, que la autoridad, aumente su vigilancia. Que emprenda un plan de educación ambiental a la población, aunado a medidas coercitivas para su cumplimiento. Que la gran industria asentada en el SAR, desarrollen esquemas de rescate ambiental, como PEMEX, Braskem y Celanese. Que se vigile y actualice periódicamente, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del río Coatzacoalcos. Que la sociedad organizada en su conjunto, emprenda planes con mecanismos financieros y proyectos regionales de mitigación y compensación cuya aplicación y seguimiento sea llevada a cabo por un consejo con representatividad de los actores sociales y operen con un mecanismo transparente a la población.



3.4 ANÁLISIS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE LA DISPOSICIONES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO EN LOS ÁMBITOS FEDERAL, ESTATAL O MUNICIPAL, ASÍ COMO LOS EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE QUE PUEDA CAUSAR LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CORRESPONDIENTES PARA EL ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA ZONA

3.4.1 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Cualquier tipo de proyecto debe evaluarse desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio y, por tanto, en términos de la capacidad de acogida del proyecto por el mismo y de los efectos de éste sobre aquél (Fernández-Vitora, 1997).

En ese sentido, la evaluación del impacto ambiental por el desarrollo de la ZEE Coatzacoalcos, partió del análisis de las diferentes etapas del propio proyecto, y del estudio del entorno al Sistema Ambiental Regional.

A continuación, se presenta la evaluación de impactos ambientales para la etapa 1 (2018-2022) que abarca 6 años que es a corto plazo, tendrá una superficie de uso de 63.1 ha, que corresponde a 20.59% de la superficie total de la ZEEF; además se considera la proporción de los grupos sectoriales con las ocho vocaciones productivas, con una capacidad máxima de 1 planta de Aluminio, 20 plantas de Agroindustria, 10 plantas de Muebles, 1 planta de Metalmecánica, 5 plantas de Petroquímica, 7 plantas de Plástico, 1 planta de Pulpa y papel, 2 plantas Químicas, dando un total de 47 plantas industriales a implantarse dentro de la ZEEF (ver siguiente figura).

USOS ZEEF	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	TOTAL
Período	2018-2022	2023-2032	2033-2057	2018-2057
Duración (años)	5 años	10 años	25 años	40 años
Superficie de uso de la ZEEF (ha)	63.1	132.2	--	195.2 ha
Superficie de uso industrial de la ZEEF (ha)	40.2	101.0	--	141.4 ha
Proporción de superficie de uso industrial con respecto al ZEEF (%)	20.59	51.74	--	48%



Figura 3.27 Plan Maestro en tres etapas de la ZEEF.
Fuente Consorcio



La valoración de impactos ambientales para las etapas 2 (2023-2032) y 3 (2033-2057), a juicio de la Autoridad se podría ejecutar la valoración de los impactos ambientales para cada uno manteniendo una proporción de implantación de las vocaciones y la superficie de uso correspondiente a cada periodo, presente a detalle en la Tarea 1. Es importante señalar que se debe presentar en tiempo y forma la Manifestación de Impacto Ambiental para su autorización de la ZEEF.

Dentro del presente apartado se describe la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al desarrollo de la Zona Económica Especial a partir de tres temporalidades

- 1) Corto plazo, que involucra las primeras interacciones entre los objetivos de la ZEE y el sitio (desarrollo de la evaluación de impactos para la etapa 1 de la ZEEF)
- 2) Mediano plazo, que se refiere a la etapa en la cual se comenzará la construcción y emplazamiento de las distintas industrias dentro de la ZEE y
- 3) Largo plazo, cuya visualización involucra la parte operacional de la ZEE.

Siguiendo las metodologías propuestas por Conesa (Fernández-Vitora, 1997), fue necesario identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos, y valorar los impactos para determinar su grado de significancia y establecer las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

No se debe perder de vista que el propósito de la identificación, descripción y valoración del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer 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 ambiente.

Por lo tanto, en este proceso de evaluación del impacto ambiental, únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto de la ZEE Coatzacoalcos, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.



Metodología

Para la realización de la identificación y valorización de los impactos ambientales ligados al desarrollo de todas las etapas del proyecto denominado “Zona Económica Especial Coatzacoalcos”, se analizó la información desde la perspectiva de construcción y planeación del proyecto, atendiendo las características específicas y las actividades a desarrollar dentro de cada etapa del mismo, todo ello con la finalidad de poder identificar los componentes ambientales (bióticos y abióticos) sobre los que tendrá incidencia directa la ZEEF, posterior a esto se realizó la identificación y valorización de los impactos ambientales de probable ocurrencia, en el siguiente diagrama se describe de manera general el proceso.

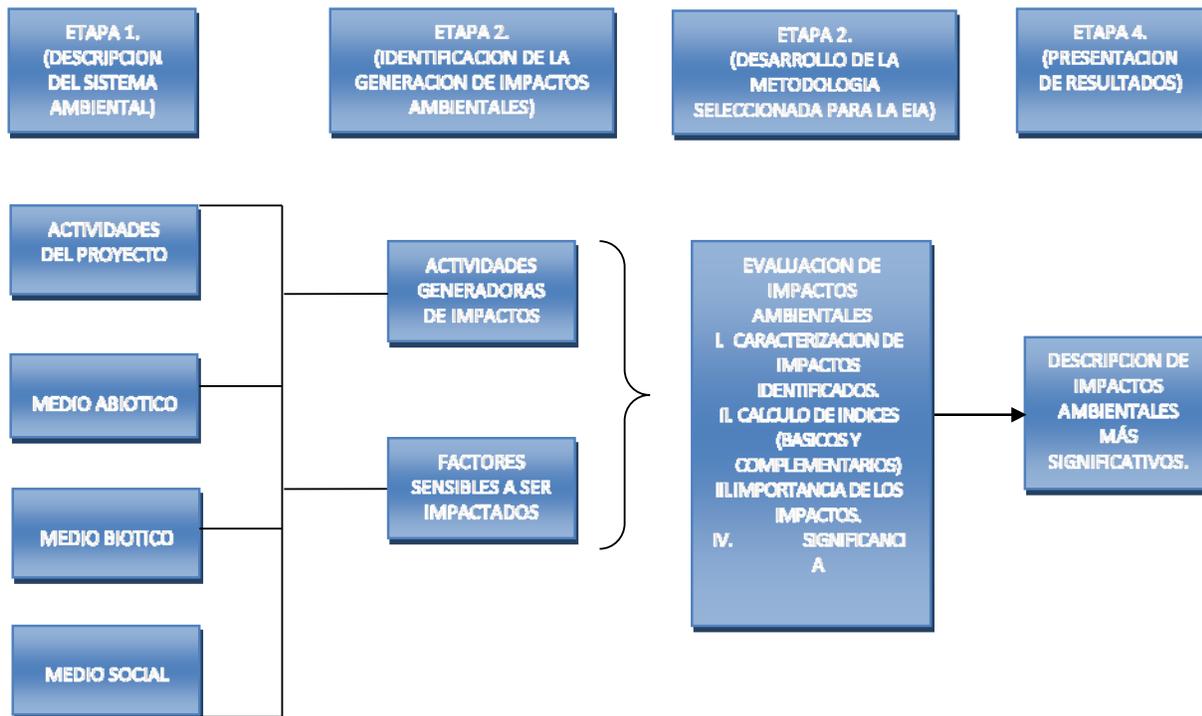


Figura 3.18. Procedimiento a seguir para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.
Fuente: Social Value Institute

Se utilizaron métodos diferentes pero complementarios entre sí, dichos métodos son una Matriz de relación Causa-Efecto basada en la propuesta por Leopold (1971) y la metodología de evaluación de Fernández-Vítora (1997), los cuales se describen en el **Anexo 3.4 Matrices de identificación y valoración y así como en el Anexo 3.5 Evaluación de Impactos Ambientales se presenta las matrices elaboradas que complementan esta sección del estudio.**

La conjugación de las metodologías mencionadas da como resultado un panorama completo de las implicaciones directas del proyecto sobre el medio ambiente, es decir, contemplan las actividades constructivas y operacionales del proyecto así como la fase de abandono de sitio haciendo más evidente la presencia de los impactos sobre cada componente al mostrar las interacciones; en cuanto



a la valoración de los impactos es posible categorizarlos resaltando así aquellos que pueden comprometer la integridad del sitio donde será desarrollado el proyecto, es por ello que las metodologías utilizadas resultaron adecuadas para identificar y valorizar los impactos ambientales que por la ejecución del proyecto “Zona Económica Especial Coatzacoalcos” pudiesen presentarse en el ambiente.

Los factores ambientales susceptibles de recibir los impactos, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. En el Medio Físico se está incluyendo tres subsistemas que son el Medio Abiótico o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual o Paisajístico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para la selección de los componentes ambientales se consideraron los siguientes criterios:

- ✓ Tiene que ser representativo del entorno afectado y, por lo tanto, del impacto total producido por la ejecución del proyecto de la ZEE Coatzacoalcos sobre el medio ambiente.
- ✓ Debe ser relevante, es decir portador de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Debe ser excluyente.
- ✓ Debe ser de fácil identificación tanto en concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica y trabajos de campo.
- ✓ Debe ser de fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos son intangibles o inconmesurables.

Para la valoración de los componentes ambientales se tomó en cuenta la importancia y magnitud de los mismos. Sin embargo, en muchos casos no fue posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración.

Cuando fue este el caso, se adoptó el criterio sugerido por Conesa (Fernández-Vítora, 1997), en donde el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno.
- Complejidad: compuesto de elementos diversos.
- Rareza: no frecuente en el entorno.
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico.
- Naturalidad: natural, no artificial.
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno.
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno.
- Estabilidad: permanencia en el entorno.
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido.
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración.
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter percedero de la cualidad del factor.

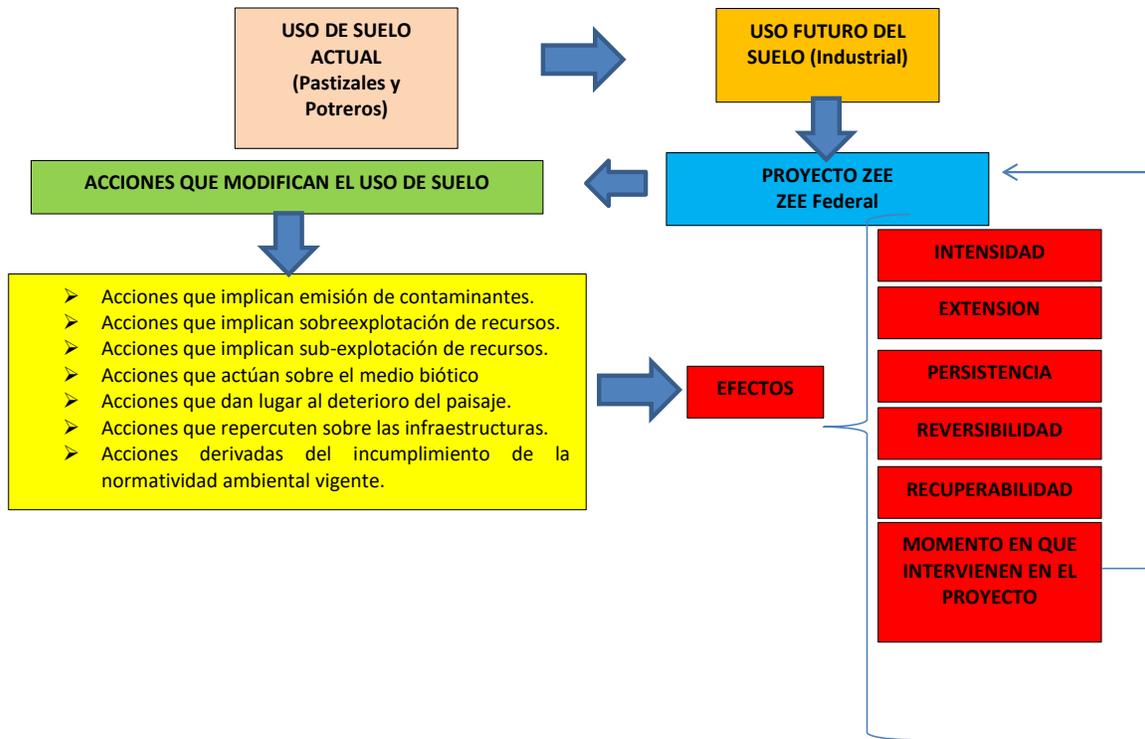


- Continuidad: necesidad de conservación.
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido.
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso.
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica.
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural.
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante).
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado.
- Significación: importancia para la zona del entorno.

En el siguiente cuadro, se mencionan las distintas actividades que de manera general se espera se realicen durante el desarrollo de todo el proyecto tanto para la ZEE como para la ZEEF, sin embargo, cabe mencionar que estas actividades serán más detalladas conforme al avance del proyecto.

1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES POR CADA ETAPA DEL PROYECTO

Por otro lado, para la identificación de acciones se diferenciaron los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:



En el siguiente cuadro, se mencionan las distintas actividades que de manera general se espera se realicen durante el desarrollo de todo el proyecto tanto para la ZEE como para la ZEEF, sin embargo, cabe mencionar que estas actividades serán más detalladas conforme al avance del proyecto.



TEMPORALIDAD DEL PROYECTO	ETAPAS	ACTIVIDADES
CORTO PLAZO	Autorizaciones y permisos	
	Preparación de sitio	Desmote y despalde
		Nivelaciones y conformación de pendientes del terreno.
		Tránsito vehicular y de maquinaria y equipo
MEDIANO PLAZO	Construcción de infraestructura	Contratación de personal
		Movimiento de tierras
		Compactación y rellenos
		Tránsito vehicular y de maquinaria y equipo
		Excavaciones para infraestructura
		Construcción de pavimentación y cimentaciones para edificaciones.
		Construcción de edificaciones
		Uso de maquinaria y equipo
		Tendido eléctrico y telefónico
		Construcción de vialidades y áreas verdes
		Generación de residuos sólidos urbanos
		Generación de residuos peligrosos
		Descarga de aguas residuales
Contratación de personal		
LARGO PLAZO	Establecimiento de las industrias	
	Operación de las industrias	Operación de la ZEEF
		Consumo de agua
		Consumo de energía eléctrica
		Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales
		Tránsito vehicular
		Generación de residuos sólidos urbanos
		Generación de residuos peligrosos
		Descarga de aguas residuales
		Contratación de personal

*Cuadro 3.51 Actividades generales de la ZEE y ZEEF Coatzacoalcos.
Fuente: Social Value Institute*

Cabe mencionar que, en el caso de la ZEEF, se considera el desarrollo del proyecto será gradual, donde la etapa 1 implica la construcción del 20.59% (40.2 ha) del total de la ZEEF, y se desarrollará en un periodo de 5 años (2018-2022). Respecto al desarrollo de la ZEEF de Coatzacoalcos las vocaciones productivas se presentan en el siguiente cuadro:



No.	GRUPO SECTORIAL / INDUSTRIA	DESCRIPCIÓN*	PLANTAS ASIGNADAS máximas
1	Aluminio	Aluminio básico	1
2	Agroindustria	Bebidas	2
		Otras industrias alimentarias ⁽¹⁾	7
		Procesamiento de animales comestibles	10
		Productos lácteos	1
3	Muebles	Muebles	10
4	Metalmecánica	Estructuras metálicas	1
		Productos metálicos	
5	Petroquímica	Derivados de petróleo y carbón	5
6	Plástico	Productos de plástico	7
7	Pulpa y papel	Pulpa, papel y cartón	1
8	Químico	Pinturas y recubrimientos	2

*Cuadro 3.52 Vocaciones productivas asignadas a la ZEEF Coatzacoalcos
Otra industria alimentaria se refiere a café.*

Fuente: Elaborado por el Consorcio

Para la realización de la identificación y valorización de los impactos ambientales ligados al desarrollo de todas las etapas del proyecto de ZEE Coatzacoalcos, se analizó y evaluó la información desde los elementos básicos de construcción y su planeación de operación, atendiendo las características específicas y las actividades a desarrollar dentro de cada etapa del mismo, todo ello con la finalidad de poder identificar los componentes ambientales (bióticos y abióticos) sobre los que tendrá incidencia directa la ZEE y ZEE de inmueble Federal (ZEEF), posterior a esto se realizó la identificación de los impactos ambientales de probable ocurrencia.

A continuación, se presenta la relación entre las obras coligadas asociadas a la ZEE Coatzacoalcos con las etapas del proyecto, esto incluye la infraestructura y demás detalles que se expresan en la Tarea 1, el cual presenta en total 475 actividades identificadas, de las cuales en la etapa de preparación del sitio se consideran 104, en la etapa de construcción son 139 actividades y operación 139 actividades. En relación a la ZEEF Se identificaron 161 actividades de acuerdo la aptitud del uso de suelo dentro del predio, de las cuales son 28 actividades en la etapa de preparación del sitio, para la construcción son 71 actividades y en la etapa de operación son 56.

2. IDENTIFICACION DE LOS FACTORES POR COMPONENTE IMPLICADOS EN EL PROYECTO.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del ambiente.



En el siguiente cuadro se presentan los factores ambientales que son importantes y que serán quienes presentarán la mayor contribución de impactos respecto al desarrollo y establecimiento de la ZEE y ZEEF en inmueble de la federación Coahuila de Zaragoza.

COMPONENTES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS	Indicadores de impactos
<p>COMPONENTE AGUA Cuerpos de agua (laguna y arroyos intermitentes y perennes)</p>	Calidad	<p>Cambios en la calidad del agua: Contaminación de cuerpos de agua por manejo inadecuado de la planta de Tratamiento de aguas residuales. Contaminación de cuerpos de agua y manto freático por manejo inadecuado de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, por el reusó de las aguas tratadas en procesos industriales y áreas verdes.</p> <p>Derrame de residuos peligrosos: Durante la construcción de las obras en la ZEE y ZEEF, y debido al uso de maquinaria y vehículos se pueden presentar derrames de hidrocarburos, los cuales pueden contaminar los cuerpos de agua. Asimismo, durante la operación de equipos de Bombeo, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Gasoductos de Gas Natural, Estación de Compresión, en la ZEE y ZEEF generarán residuos peligrosos los cuales pueden contaminar cuerpos de agua.</p> <p>Incremento en la cantidad de materia orgánica. Las actividades a desarrollar dentro de la ZEE y, específicamente para la ZEEF, provocarán la generación de la materia orgánica será parte importante de los residuos sólidos y líquidos, ocasionando que una mala disposición afecta la composición natural de los cuerpos de agua cercanos al proyecto.</p> <p>Cambios en la turbidez: La turbidez del agua estará dada principalmente por la composición de los desechos que puedan ser vertidos en los cuerpos de agua.</p> <p>Disminución de la concentración de oxígeno. Al incrementarse la cantidad de materia orgánica en los cuerpos de agua, disminuye correlativamente la cantidad de oxígeno presente a causa de que este elemento es fundamental para la descomposición, ocasionando una saturación del medio y finalmente la eutrofización.</p>
	Cantidad	<p>Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial: El desmonte y despalme no solo alteran las dinámicas del flujo sobre el terreno en sentido horizontal al modificar la escorrentía superficial natural, sino también en el sentido vertical afectando elementos asociados a la carga de los acuíferos al disminuir la tasa de infiltración.</p> <p>Incremento de aguas residuales: La generación de aguas residuales durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento puede generar riesgos de contaminación a cuerpos de agua y al suelo por un manejo inadecuado. Asimismo, durante la operación, aumentará el volumen de aguas residuales como producto de los procesos industriales y por el aumento de la población.</p> <p>Cambios en la disminución de disponibilidad de agua: Se requerirá la utilización de agua para las Etapas de Preparación del Sitio y Construcción, y durante la Operación en la puesta en marcha de las diferentes industrias, el agua necesaria para dichas actividades se obtendrá de pozos autorizados.</p> <p>Disminución de niveles del acuífero: Posible disminución de niveles del acuífero sobre todo durante la operación del ZEEF.</p>



COMPONENTES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS	Indicadores de impactos
COMPONENTE SUELO	Continuidad	Dinámica (interrupción del escurrimiento). Debido a la presencia de arroyos y una laguna de Pajaritos dentro de la ZEE donde se puede presentar interrupción del escurrimiento.
	Permeabilidad	La permeabilidad de los suelos está dada por la composición física del mismo, en este caso, el polígono de la ZEE, sus suelos están sujetos a procesos hidromórficos con la problemática de estancamiento de agua, en conjunto la presencia de vegetación también favorece esta propiedad del suelo, por lo que el retiro de la cubierta vegetal y la compactación del sitio ocasionará que esta propiedad del suelo se vea reducida.
	Pérdida de la capacidad productiva	Pérdida de la capacidad productiva. Dentro del polígono de la ZEE, se realizan actividades productivas y en algunos sitios se tiene la presencia de vegetación natural en regeneración, lo que le atribuye al suelo distintas cualidades productivas, razón por la cual al cambiar de uso de suelo se verá disminuida la capacidad productiva del sitio en 201.04 ha. en una vegetación de tipo: Palmar, Pastizal inducido (incluye pastizal Arbolado, Pastizal Inundable), Popal-tular y Acahual de Selva Media. En la ZEE se presentan Suelo sujeto a procesos hidromórficos (zonas inundables), con la problemática de estancamiento de agua, presentándose Interrupción de procesos acumulativos y formación de suelos
	Calidad	El suelo es un elemento muy vulnerable ya que sobre él se desarrollan todas las actividades que se plantean para dar función a la ZEE Coatzacoalcos, considerando cada una de las etapas y posibles actividades, los derrames de residuos peligrosos son un factor de riesgo latente. Debido a las actividades de preparación del sitio y construcción con uso de maquinaria, equipo y vehículos, se pueden presentar derrames de hidrocarburos provocando contaminación del suelo.
	Erosión	Al realizarse acciones de eliminación de cobertura vegetal y ruptura de su estructura, lo hacen más endeble y susceptible al arrastre, por lo que se establece que su estabilidad está comprometida.
	Estructura	Pérdida de las características estructurales del suelo. Pérdida de la cobertura orgánica del suelo y de microhábitats.
	COMPONENTE AIRE	Ruido
Calidad del aire		El aire en su componente atmosférico juega importante papel en la dispersión de contaminantes. A su vez, es el elemento del ambiente que sufre directamente un aporte de contaminantes (humos y polvos), por los movimientos de tierras, así como de la operación de motores de combustión, principalmente durante la preparación del sitio y construcción. El caso de los motores de combustión, lo afectan además en su atributo ausencia de ruido y gases de combustión. Durante la fase operacional del proyecto, este impacto será más notable y evidente.
Partículas suspendidas		Durante la preparación del sitio y construcción y debido al desmonte, despalle, movimiento de tierras, cortes y excavaciones se generarán emisiones de polvos.
COMPONENTE PAISAJE	Calidad del paisaje	Disminución en la calidad del paisaje y modificación de las características

COMPONENTES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS	Indicadores de impactos
COMPONENTE USO DE SUELO	Cambios de Uso de suelo	escénicas por la presencia de maquinaria, equipo y personal durante la preparación del sitio y construcción. Se prevé un cambio de vocación del suelo, así como el cambio de uso de suelo de forestal a uno industrial.
	Estructura y composición de las comunidades vegetales	Debido al desmonte y despalme se eliminarán diferentes componentes vegetacionales que conforman diferentes tipos de vegetación presentes en el ZEE y ZEEF, tales como palmar, pastizal inducido, pastizal inducido inundable, popal-tular y selva mediana perennifolia.
COMPONENTE FLORA (Vegetación)	Diversidad	Al realizar el desmonte de la superficie que será sujeta a cambio de uso de suelo forestal, serán retiradas las especies inmersas en la ZEE y ZEEF, disminuyendo la diversidad que prevalece en la actualidad, se considera una superficie de 201.04 ha para cambio de uso de suelo y de estas 41.16 ha con recurso forestal a derribar, donde el tipo de vegetación que será alterada es Palmar, Pastizal inducido, Popal-tular y Acahual de Selva Media
	Abundancia	La abundancia de organismos se ve directamente alterada por retiro de vegetación para el establecimiento de la ZEEF Coatzacoalcos.
	Especies con estatus de conservación.	Durante la Preparación del Sitio y Construcción se puede presentar la pérdida de especies con estatus de conservación, ya sea por atropellamiento como por el uso de maquinaria.
COMPONENTE FAUNA	Abundancia y diversidad de Herpetofauna	Pérdida de fauna silvestre debido al uso de maquinaria y vehículos, principalmente durante el desmonte y despalme en especies de lento desplazamiento como lacertilios (o lagartijas) y ofidios (o serpientes) y mamíferos de hábitos subterráneos, así como de nidos de aves.
	Abundancia y diversidad de Avifauna.	Desplazamiento de fauna local por pérdida de hábitat, debido al movimiento de maquinaria y presencia humana.
	Abundancia y diversidad de Mastofauna.	Atropellamiento de fauna silvestre por el uso de vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción.
	Disminución de especies con estatus de conservación.	Disminución de zonas con cobertura vegetal como sitios de hábitat de fauna silvestre, provocando el desplazamiento de la fauna hacia otros hábitats, madrigueras y otros refugios.
	Pérdida del hábitat.	
COMPONENTE MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL	Flujo vehicular	Aumento del tráfico vehicular durante la preparación del sitio y construcción.
	Economía	Evidentemente la elección por establecer mayor equipamiento de esta naturaleza, tiene que ver con la derrama económica y plusvalía de la tenencia de la tierra, por una mayor actividad Industrial, los que forman parte de los impactos benéficos que pretenderían dar sustentabilidad al proyecto.
	Empleo y mano de obra	La generación de empleos directos como indirectos, será un indicador importante de la trascendencia de las obras dentro de las políticas del desarrollo local y de sus actores. En primera instancia y de manera directa al desarrollo del proyecto, deberá valorarse su importancia, pero deberá contemplarse también en su componente aditivo por permanencia, al incrementarse paulatinamente de forma proporcional al que se da la demanda de servicios.
	Salud y bienestar social	Uno de los pilares en las gestiones de gobierno y de los protagonistas en la toma de decisiones, lo constituye velar por mantener y elevar la calidad de vida de sus gobernados, por lo que será este elemento también un indicador total del proyecto. Deberá quedar bien establecido, que parte

COMPONENTES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS	Indicadores de impactos
		fundamental del proyecto y de las iniciativas de gobierno, son activar el desarrollo regional, para compensar el desequilibrio. Por otra parte, la demanda de servicios podría acaso significar necesidades distintas para los diferentes niveles de gobierno en lo que respecta a servicios básicos.
	Infraestructura y servicios urbanos	Un incremento en las actividades en el núcleo de población y su zona conurbada, demandará con seguridad en el mediano plazo, mayores servicios en todos los sentidos, aunque se espera que este cambio se dé en el mediano plazo, no debe perder la expectativa del crecimiento.

Cuadro 3.53 Factores Ambientales e Impactos Directos.

Fuente: Social Value Institute.

3. ANÁLISIS DE LA MATRIZ CAUSA-EFECTO (DE INTERACCIONES)

Con base en la metodología de Matriz de causa – efecto de Leopold (1971), se obtuvo la matriz de interacciones entre las actividades de las Zonas ZEE y ZEEF y los componentes ambientales. En este sentido a continuación se presentan las matrices y la tabla resumen de sus interacciones.

MATRIZ DE LA ZONA ECONÓMICA ESPECIAL (ZEE)

En la siguiente tabla se presenta el análisis derivado de la matriz de interacciones, con la finalidad de conocer la cantidad de interacciones que tendrán los proyectos en el medio físico, biológico y socioeconómico.

MATRIZ DE INTERACCIONES (CAUSA-EFECTO)				PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN MANTENIMIENTO	TOTAL		
ETAPAS DEL PROYECTO									
COMPONENTEAS Y FACTORES AMBIENTALES									
MEDIO FÍSICO	AGUA	Calidad	Cambios en la calidad del agua	1	5	4	10	34	
			Derrames de residuos peligrosos	0	2	1	3		
			Incremento en la cantidad de materia orgánica	0	1	2	3		
			Cambios en la turbidez	1	3	2	6		
			Disminución de la concentración de oxígeno	0	1	2	3		
		Cantidad	Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial	2	0	0	2		
			Incremento de aguas residuales	0	1	1	2		
			Cambios en la disminución de disponibilidad de agua	1	0	1	2		
			Disminución de niveles del acuífero	0	0	1	1		
		Continuidad	Interrupción del escurrimiento	2	0	0	2		
	SUELO	Permeabilidad		2	0	0	2		9
		Pérdida de la capacidad productiva		1	0	0	1		



MATRIZ DE INTERACCIONES (CAUSA-EFECTO)			PREPARACION	CONSTRUCCION	OPERACION MANTENIMIENTO	TOTAL	
ETAPAS DEL PROYECTO							
COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES							
		Calidad	0	2	2	4	
		Erosión.	1	0	0	1	
		Estructura	1	0	0	1	
	AIRE	Calidad acústica	3	2	2	7	
		Calidad	1	2	2	5	
		Partículas suspendidas	2	5	0	7	
	PAISAJE	Calidad del Paisaje	2	5	0	7	7
	USO DE SUELO	Cambios de Uso de Suelo	1	0	0	1	1
	MEDIO BIOLÓGICO	VEGETACIÓN	Estructura y composición de la comunidad de Manglar	1	0	0	1
			Estructura y composición de la comunidad de Palmar	1	0		1
Estructura y composición de la comunidad de Selva inundable			1	0		1	
Estructura y composición de la comunidad de Selva Mediana			1	0		1	
Estructura y composición de la comunidad de Popal-tular			1			1	
Estructura y composición de la comunidad de Acahual de Selva Mediana			1			1	
Estructura y composición de la comunidad de Acahual de Selva inundable			1			1	
Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido			1			1	
Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido arbolado			1	0		1	
Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido inundable			1	0		1	
Diversidad			1	0	0	1	
Abundancia			1	0	0	1	
Especies con estatus de conservación			1			1	
FAUNA SILVESTRE		Abundancia y diversidad de Hepetofauna	2	1	1	4	
		Abundancia y diversidad de Avifauna	2	1	1	4	
		Abundancia y diversidad de Mastofauna	2	1	1	4	
		Especies con estatus de conservación	2	1	0	3	
		Pérdida de hábitat	1	1	0	2	



MTRIZ DE INTERACCIONES (CAUSA-EFECTO)		ETAPAS DEL PROYECTO	PREPARACION	CONSTRUCCION	OPERACION MANTENIMIENTO	TOTAL
SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL	Flujo vehicular	1	1	1	3
		Economía	1	1	1	3
		Empleo y mano de obra	1	1	1	3
		Salud y bienestar social	1	1	1	3
		Infraestructura y servicios urbanos	1	4	6	11
TOTAL		4	4	3		123
		8	2	3		

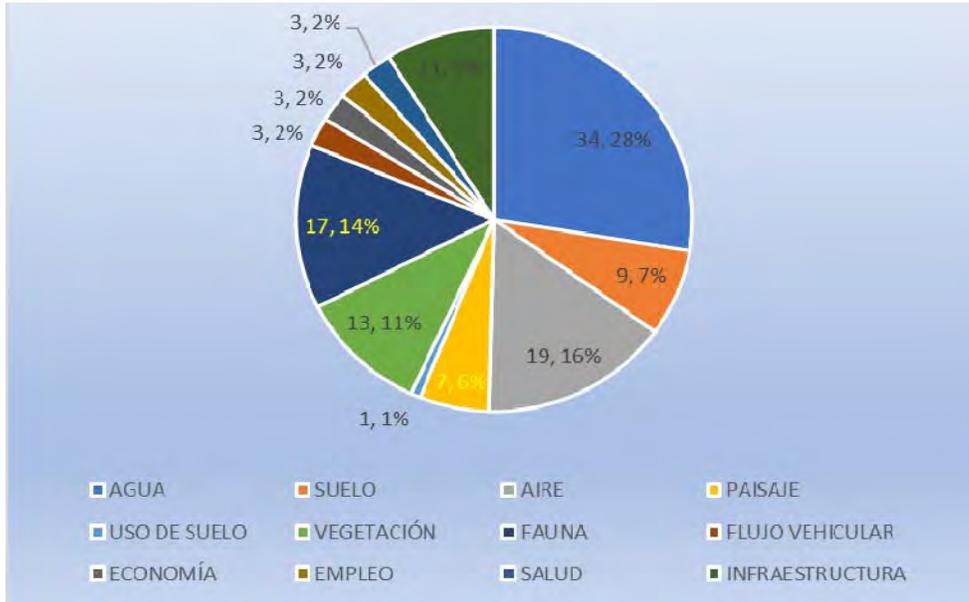
Cuadro 3.54 Matriz de interacciones (Causa-efecto) de proyecto en la ZEE.
Fuente: Social Value Institute

De acuerdo con la matriz de interacciones para la ZEE, se obtuvieron 123 impactos ambientales durante todas las etapas del proyecto; durante de preparación del sitio se presentarán 48 impactos de los cuales 4 son positivos y 44 negativos; en la construcción se identificaron 42 impactos, 8 positivos y 34 negativos, y en la operación con 33 impactos se presentarán 9 impactos positivos y 24.

Una vez realizado el cruce de actividades que serán ejecutadas para la realización del proyecto con los factores ambientales con los que el proyecto, la **ZEE Coatzacoalcos** tendrá una relación más estrecha se tiene que en total habrá 123 interacciones, de las cuales el mayor número de incidencias las presenta el componente Agua con un total de 34 unidades; en la preparación del sitio se presentan 48 interacciones predominando el componente vegetación con 13 el cual junto con la fauna (9) tiene especial prioridad ya que se consideran a corto plazo, en la construcción se presentan 42 interacciones de las cuales el mayor componente es el Aire con 9 interacciones y se considera a mediano plazo, y durante la operación se presentan 33 interacciones de las cuales predomina el componente Agua con 14 considerado a largo plazo durante toda la operación de la ZEE. Lo anterior se muestra en el siguiente cuadro para la ZEE.

Mediante los resultados obtenidos es posible evidenciar el efecto que las distintas actividades del proyecto tendrán sobre el medio en el que será emplazado; en la siguiente gráfica se muestra proporcionalmente la incidencia sobre cada uno de los componentes ambientales.





Gráfica 3.18 Proporción de incidencias por componente ambiental para la ZEE Coatzacoalcos.
Fuente: Social Value Institute.



MATRIZ DE LA ZONA ECONÓMICA ESPECIAL (ZEEF)

De acuerdo con la matriz de interacciones para la ZEE, se obtuvieron 121 impactos ambientales durante todas las etapas del proyecto; durante de preparación del sitio se presentarán 4 impactos de los cuales 4 son positivos y 40 negativos; en la construcción se identificaron 44 impactos, 8 positivos y 24 negativos, y en la operación con 33 impactos se presentarán 9 impactos positivos y 24 negativos.

MATRIZ DE INTERACCIONES (CAUSA-EFECTO)					ETAPAS DEL PROYECTO				
ACTIVIDADES DEL PROYECTO					CONSTRUCCION	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Total de interacción por factor	Total de interacción por componente	
									COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES
MEDIO FÍSICO	AGUA	Calidad	Cambios en la calidad del agua	1	5	4	10	34	
			Derrames de residuos peligrosos	0	2	1	3		
			Incremento en la cantidad de materia orgánica	0	1	2	3		
			Cambios en la turbidez	1	3	2	6		
			Disminución de la concentración de oxígeno	0	1	2	3		
		Cantidad	Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial	2	0	0	2		
			Incremento de aguas residuales	0	1	1	2		
			Cambios en la disminución de disponibilidad de agua	1	0	1	2		
			Disminución de niveles del acuífero	0	0	1	1		
	Continuidad	Interrupción del escurrimiento	2	0	0	2			
	SUELO	Permeabilidad	2	0	0	2	10		
		Pérdida de la capacidad productiva	1	0	0	1			
		Calidad	0	2	2	4			

MATRIZ DE INTERACCIONES (CAUSA-EFECTO)

ETAPAS DEL PROYECTO

ACTIVIDADES DEL PROYECTO				ETAPAS DEL PROYECTO				Total de interacción por componente
				CONSTRUCCION	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Total de interacción por factor	Total de interacción por componente	
COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES								
		Erosión.	1	0	0	1		
		Estructura	1	1	0	2		
	AIRE	Calidad acústica	3	2	2	7	20	
		Calidad	1	2	2	5		
		Partículas suspendidas	2	6	0	8		
	PAISAJE	Calidad del Paisaje	2	5	0	7	7	
	USO DE SUELO	Cambios de Uso de Suelo	1	0	0	1	1	
MEDIO BIOLÓGICO	VEGETACIÓN	Estructura y composición de la comunidad de Palmar	1	0	0	1	9	
		Estructura y composición de la comunidad de Selva Mediana	1			1		
		Estructura y composición de la comunidad de Popal-Tular	1			1		
		Estructura y composición de la comunidad de Acahual de Selva Mediana	1			1		
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido	1			1		
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido arbolado	1			1		
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido inundable	1			1		
		Diversidad	1	0	0	1		
		Abundancia	1	0	0	1		
	FAUNA SILVESTRE	Abundancia y diversidad de Hepetofauna	2	1	1	4	17	

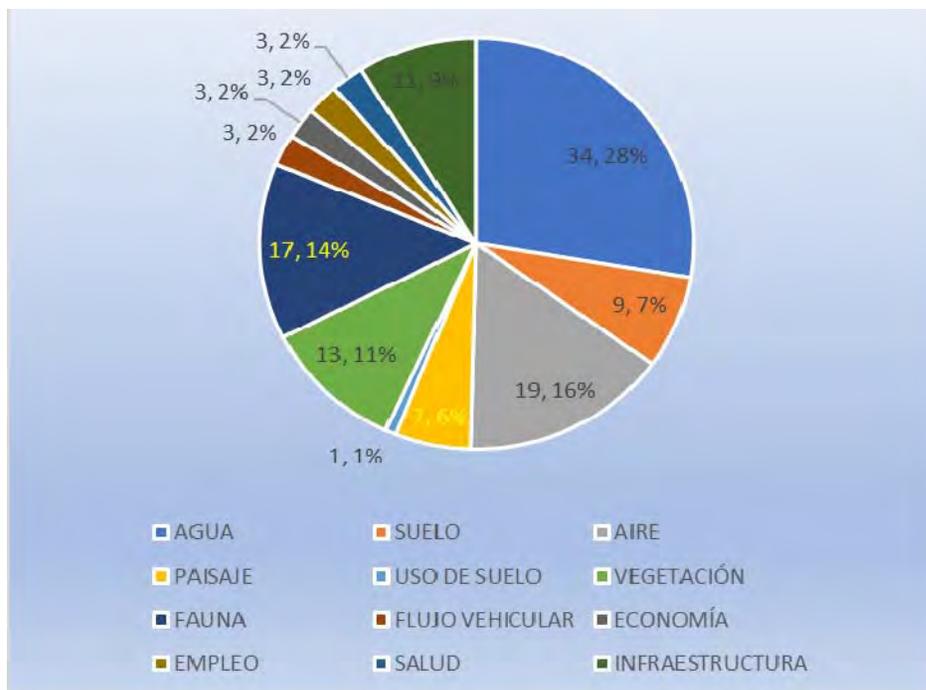
MATRIZ DE INTERACCIONES (CAUSA-EFECTO)			ETAPAS DEL PROYECTO					
			ACTIVIDADES DEL PROYECTO	CONSTRUCCION	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Total de interacción por factor	Total de interacción por componente	
COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES								
SOCIOECONÓMICO	MEDIO AMBIENTAL	Abundancia y diversidad de Avifauna	2	1	1	4	23	
		Abundancia y diversidad de Mastofauna	2	1	1	4		
		Especies con estatus de conservación	2	1	0	3		
		Pérdida de hábitat	1	1	0	2		
	SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL	Flujo vehicular	1	1	1	3	23
			Economía	1	1	1	3	
			Empleo y mano de obra	1	1	1	3	
			Salud y bienestar social	1	1	1	3	
			Infraestructura y servicios urbanos	1	4	6	11	
	TOTAL			44	44	33	121	121

Cuadro 3.55 Matriz de Interacción en la ZEEF
Para una mejor revisión de resultados, se adjunta la matriz en Anexo 3.4
Fuente: Social Value Institute.

Una vez realizado el cruce de actividades que serán ejecutadas para la realización del proyecto con los factores ambientales con los que el proyecto en la ZEEF tendrá una relación más estrecha se tiene que en total habrá 121 interacciones, de las cuales el mayor número de incidencias las presenta el componente Agua con un total de 34 unidades; en la preparación del sitio se presentan 44 interacciones predominando los componentes vegetación con 9, fauna con 9 y agua con 7 conteniendo especial prioridad ya que se consideran a corto plazo, en la construcción se presentan 44 interacciones de las cuales el mayor componente es el Agua con 13 interacciones y se considera a

mediano plazo, y durante la operación se presentan 33 interacciones de las cuales predomina el componente Agua con 14 considerado a largo plazo durante toda la operación de la ZEEF. Lo anterior se muestra en el siguiente cuadro para la ZEEF.

Mediante los resultados obtenidos es posible evidenciar el efecto que las distintas actividades del proyecto tendrán sobre el medio en el que será emplazado; En la siguiente gráfica se muestra proporcionalmente la incidencia sobre cada uno de los componentes ambientales



Gráfica 3.19 Incidencias por componente ambiental
Fuente: Social Value Institute.



4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

➤ **Componente Agua**

En el siguiente cuadro se describen los impactos que por el emplazamiento de la ZEE Coatzacoalcos tenderán a ocurrir sobre el componente agua.

FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Calidad	Cambios en la calidad del agua	<p>Se contempla el impacto en la calidad del agua superficial debido a la contaminación del agua por el mal manejo de residuos sólidos y de manejo especial, de aguas residuales y/o residuos peligrosos en todas las etapas del Proyecto tanto en la ZEE como en la ZEEF.</p> <p>La generación de aguas residuales durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Operación puede generar riesgos de contaminación a cuerpos de agua cercanos y al suelo por un manejo inadecuado. Sin embargo, este impacto será totalmente mitigado por la elaboración y ejecución de <u>un Plan de Manejo Integral de Residuos</u>, además de la contratación de empresas autorizadas para el manejo adecuado de los residuos.</p> <p>Por otra parte, debido a las actividades industriales que se desarrollarán en la ZEEF, se considera que existirán fuentes importantes de contaminación que podrían afectar el componente agua, principalmente por la cercanía de cauces que atraviesan el polígono destinado para el emplazamiento de la ZEEF, además de su cercanía con el río y mar.</p> <p>Asimismo, durante la operación de la ZEEF se puede presentar contaminación de cuerpos de agua y manto freático por manejo inadecuado de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, por el reusó de las aguas tratadas en procesos industriales y áreas verdes.</p>
	Derrames de residuos peligrosos	<p>Durante la construcción de las obras en la ZEE, y debido al uso de maquinaria y vehículos se pueden presentar derrames de hidrocarburos, los cuales pueden contaminar los cuerpos de agua.</p> <p>Asimismo, durante la operación de equipos de Bombeo, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Gasoductos de Gas Natural, Estación de Compresión, en la ZEE generarán residuos peligrosos los cuales pueden contaminar cuerpos de agua. Por otra parte, en las industrias de aluminio, agroindustria, muebles, metalmecánica, petroquímica, plástico, pulpa y papel y químico que se alojarán en la ZEEF generarán residuos peligrosos los cuales</p>

FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
		en caso de manejo inadecuado pueden contaminar los cuerpos de agua cercanos y el manto freático.
	Incremento en la cantidad de materia orgánica	De acuerdo a las actividades a desarrollar dentro de la ZEEF corresponde a los procesos de: bebidas, muebles, café, procesamiento de animales, productos lácteos, pulpa y papel, un edificio sede, centro de investigación y capacitación, hotel, restaurante, centro médico, guardería, estación de bomberos, como aportadores de materia orgánica, será parte importante de los residuos provenientes de dichos procesos e instalaciones, ocasionando que una inadecuada disposición afecte la composición natural de los cuerpos de agua cercanos al proyecto.
	Incremento de la turbidez	La turbidez del agua estará dada principalmente por la composición de los desechos que puedan ser vertidos en los cuerpos de agua colindantes a la ZEEF, especialmente aquellos procesos como: el de bebidas, café, procesamiento de animales, productos lácteos y Pulpa y papel.
	Disminución de la concentración de oxígeno	Al incrementarse la cantidad de materia orgánica en los cuerpos de agua, disminuye correlativamente la cantidad de oxígeno presente a causa de que este elemento es fundamental para la descomposición, ocasionando una saturación del medio y finalmente la eutrofización.
	Incremento de derrames de sustancias peligrosas	Dentro del grupo industrial que se considera se instale dentro de la ZEEF, se encuentran empresas que se dedicaran al sector petroquímico, químico y plásticos que incrementan la probabilidad de generación de residuos peligrosos, además de que, del resto de las empresas emplearán también insumos como aceites, aditivos o combustibles para su funcionamiento. Los procesos de manufactura de Aluminio, Metal-mecánica, Petroquímico y Pulpa y papel serán quienes más derrames de sustancias peligrosas pueden ocasionar.
Cantidad	Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial	Actualmente, el polígono donde se pretende emplazar la ZEEF, se caracteriza por ser un área de cultivo de pasto forrajero para ganado doble propósito, dando características particulares de absorción y de inundación; además el polígono de la ZEEF cuenta con superficies silvícolas en las cuales el suelo tiene propiedades distintas de permeabilidad y por lo tanto la capacidad de captación de agua es diferente respecto al área de cultivo de pastizales; En ambos casos, el retiro de la capa vegetal ocasionara la disminución en la capacidad de captación del suelo durante la preparación del sitio del mismo modo, durante la fase operacional del proyecto muchas superficies quedaran selladas y evitarán la captación de agua.
	Incremento de aguas residuales	Dentro del área circundante al polígono de la ZEEF, se localizan distintas empresas, así como vivienda que actualmente operan dentro del sitio, lo que incluye la presencia de aguas residuales como producto de los distintos procesos que se realizan en ellas; del mismo modo, al operar las distintas industrias dentro de la ZEEF, será generado un mayor volumen de aguas residuales producto de todos los procesos que se realicen al interior del polígono de la ZEEF, se calcula una generación aproximada de 14,427 miles de m ³ /a derivadas de procesos de



FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
		producción y por servicios personal contratado o empleos generados directos del orden de 39,491.4 m ³ /año.
	Cambios en la disponibilidad de agua	Disminución de
		La disminución en la captación de agua dentro del polígono de ZEEF y las infraestructuras asociadas a ella ocasionará una disminución en la cantidad de agua disponible para la recarga del acuífero, reduciendo la disponibilidad del recurso para el aprovechamiento. Se estima que por el establecimiento de las 47 plantas asignadas en 275.19, solo el 48% de estas (133.79 ha.) tendrán capacidad de captación de agua, ya que no contarán con infraestructura alguna.
	Disminución en los niveles del acuífero	De acuerdo a las características infraestructurales del proyecto se pretende la construcción de pozos para la extracción de agua, lo que podría mermar la cantidad de agua que naturalmente almacena el acuífero, ya que por el establecimiento de 47 plantas asignadas se requiere de 28,854 Miles de m ³ /a.
Continuidad	Interrupción de escurrimiento	La presencia del arroyos y una laguna significativa dentro de la ZEEF representa un punto importante en la planeación de todas las actividades concernientes al desarrollo y operación de la Zona, ya que además de estar considerados los arroyos como intermitentes y perennes estos cuerpos de agua son un canal de comunicación para la fauna (anfibios y reptiles) y alberga especies de flora características de vegetación riparia, por lo que la interrupción del escurrimiento ocasionada por cualquier actividad relacionada con la ZEEF podría perjudicar considerablemente la funcionalidad del escurrimiento para el sitio.

Cuadro 3.56 Descripción de los impactos para el componente agua.

Fuente: Social Value Institute

➤ Componente Suelo

Para el componente suelo se presentan los siguientes impactos que podrían ocurrir con la implementación de la ZEE Coatzacoalcos, en el siguiente cuadro se describen cada uno de ellos.

FAC TOR ES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Per mea bilid	Disminución de la capilaridad y	La permeabilidad de los suelos está dada por la composición física del mismo, en este caso, el polígono de la ZEEF, sus suelos están sujetos a procesos hidromórficos con la problemática de estancamiento de agua, en conjunto la presencia de vegetación también favorece esta propiedad del suelo, por lo que el retiro de la cubierta vegetal y la compactación del sitio ocasionara que esta propiedad del suelo se vea reducida



FAC TOR ES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
ad	percolación	prácticamente en su totalidad. Se estima que solo 133.79 ha de un total de 275.19 ha tendrán capacidad de percolación de agua al suelo.
Prod uctiv idad	Pérdida de la capacidad productiva	Dentro del polígono de la ZEEF, se realizan actividades productivas y en algunos sitios se tiene la presencia de vegetación natural en regeneración, lo que le atribuye al suelo distintas cualidades productivas, razón por la cual al cambiar de uso de suelo la capacidad productiva del sitio será mínima en comparación con las características actuales, solo aproximadamente el 30% de terreno como por ejemplo selva media tendrán la capacidad de seguir produciendo por la presencia de vegetación natural.
Calid ad	Contaminación por residuos	<p>El suelo es un elemento muy vulnerable ya que sobre él se desarrollan todas las actividades que se plantean para dar función a la ZEE Coatzacoalcos, considerando cada una de las etapas y posibles actividades, los derrames de residuos peligrosos son un factor de riesgo latente.</p> <p>En cuanto a impactos a la calidad suelo se podrá presentar en las etapas de preparación del sitio y construcción para el desarrollo del Proyecto y son esencialmente por contaminación del suelo por residuos sólidos, de manejo especial y/o peligrosos.</p> <p>Asimismo se tienen previstos impactos en la calidad del suelo en la etapa de Operación, primero por la generación de residuos sólidos domésticos por los servicios de comida a los trabajadores; así como por la generación de residuos peligrosos, sobre todo considerando los procesos que se pretenden desarrollar como: procesamiento de aluminio, bebidas, metalmecánica, muebles, café, petroquímica, plástico, procesamiento de animales, productos lácteos, pulpa y papel y químico, se estima una generación de residuos o de mermas por operación anual del orden de 2,561 kt/a, repartidos entre residuos sólidos no peligrosos y peligrosos derivados de procesos de producción.</p>
Erosi ón	Incremento de la erosión	Actualmente la erosión del suelo en el área del Proyecto se clasifica de Nula a Ligera, debido a las actividades de pastización realizadas por los propietarios y por la presencia de áreas con vegetación natural de selva median, palmar y pastizal. Con el desarrollo del Proyecto, después del desmonte y el despalme pudiera presentarse erosión (eólica).
Com pact ación	Pérdida de las características estructurales	<p>Se contempla que se afectaran los perfiles del suelo en todo el predio por las actividades de Preparación de sitio y Construcción, en las actividades de excavaciones, nivelaciones compactaciones y rellenos, la capa de suelo fértil que pudiera ser impactada se rescatará para emplearla como cubierta superior en áreas verdes, mitigando la superficie de impacto directo y brindando posibilidades de restitución de la vegetación.</p> <p>Por otra parte, Para el emplazamiento de la ZEE Coatzacoalcos, será necesario realizar distintas maniobras para la construcción de la infraestructura contemplada, lo que implica la compactación del suelo, en por lo menos de 141.4 ha de la ZEE Federal, provocando la pérdida de las características estructurales naturales del sitio, reduciendo al máximo los espacios entre las partículas de suelo, evitando la entrada de agua y aire entre ellas.</p>

Cuadro 3.57 Descripción de los impactos para el componente suelo.

Fuente: Social Value Institute



➤ **Componente Aire**

En cuanto al componente aire se refiere, se identificaron impactos relacionados con la calidad perceptual del componente y la calidad acústica del sitio. En el cuadro siguiente se describen los impactos.

FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Calidad perceptual	Aumento en la emisión de gases contaminantes	<p>En la etapa de Preparación del sitio y Construcción del Proyecto puede resultar en impactos adversos a la calidad del aire debido al incremento de emisiones resultantes del aumento de vehículos que llegarán o saldrán de cada frente de trabajo y de la maquinaria utilizada. Las emisiones por aumento de tráfico y uso de maquinaria contendrán típicamente material particulado, hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y óxidos de carbono. Además, se emitirá gas Nitrógeno derivado de las pruebas de rendimiento en la etapa de Preparación del sitio y Construcción. Es de relevancia mencionar que la calidad del aire se ha reportado como contaminante en la zona.</p> <p>Es difícil realizar una estimación de la cantidad de contaminantes que serán emitidos por la maquinaria y los vehículos que transitarán al sitio, ya que dependerá del tamaño, condiciones de operación, tipo de combustible, motor, edad y mantenimiento de los mismos, es importante mencionar que la calidad del aire en la zona de referencia es catalogada como buena, por lo que el impacto a la calidad del aire es menor.</p> <p>Dentro del polígono de la ZEEF se localiza una pequeña población, la cual puede verse afectada por el incremento de material particulado y las emanaciones de gases producidas por la presencia de maquinaria y equipo usados durante la etapa de Construcción y por los vehículos que transitan, haciendo que la sensibilidad local hacia este impacto sea menor.</p> <p>Las principales fuentes de emisiones a la atmósfera en la etapa de Operación, se manifestarán en las industrias de aluminio, bebidas, metalmecánica, muebles, café, petroquímica, plástico, procesamiento de animales, productos lácteos, pulpa y papel y químico, que incluyen la combustión por el uso de combustibles fósiles como el gas natural y del escape de vehículos particulares y de servicios.</p>
Calidad acústica	Aumento en la emisión de ruido	<p>Durante el proceso de Preparación del sitio y Construcción, en las actividades de Desmonte y despalme, Nivelación del sitio, Construcción de Terminal de pasajero y estacionamiento y en general por la operación de vehículos, equipo y maquinaria, se generarán niveles de ruido por arriba de los límites máximos permisibles para fuentes fijas (NOM-081-SEMARNAT-1994: 90 dB) y móviles (NOM-080-SEMARNAT-1994: 99 dB), por lo que el nivel de ruido perturba a la fauna silvestre, provocando su alejamiento, sin embargo el impacto será temporal y localizado en los sitios donde opere el equipo, maquinaria pesada y vehículos y mientras duren las etapas de trabajo programadas.</p> <p>Durante la etapa de Operación y mantenimiento, las fuentes de emisión de ruido son las industrias de aluminio, bebidas, metalmecánica, muebles, café, petroquímica, plástico, procesamiento de animales, productos lácteos, pulpa y papel y</p>



FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
		químico. Los impactos por la generación de ruido durante la etapa de Construcción del Proyecto se consideran como No Significativo debido a la implementación de medidas de mitigación. Como las actividades de movimiento de desmonte y despalme y nivelación del sitio generarán la mayor cantidad de ruido dentro de la obra, estas actividades no se llevarán a cabo simultáneamente por lo que no habrá generación de ruido acumulativo. También, implementará medidas de mitigación, como los equipos de mayor emisión (vibradores, pistolas neumáticas, etc.) serán utilizados durante horarios de actividad normal de la población circundantes.
Partículas suspendidas		Este impacto es poco relevante durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, cuando se genera principalmente material particulado, sin embargo, es de esperarse que a largo plazo el Proyecto no sea una fuente de contaminación significativa de partículas suspendidas, debido al tránsito de vehículos y personal; además, y aunque los impactos a la calidad del aire pueden expandirse más allá de los límites de la ZEEF, las condiciones meteorológicas y cubierta vegetal disminuyen la concentración de contaminantes.

Cuadro 3.58 Descripción de los impactos para el componente aire.

Fuente: Social Value Institute

- **Componente paisaje**

El paisaje resulta ser el componente más subjetivo de la evaluación ya que involucra el conjunto de elementos que lo conforman es por eso que de manera global se presenta un impacto para este componente, el cual se describe en el siguiente cuadro:

FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Calidad escénica	Disminución en la calidad del paisaje	El Proyecto modificará el paisaje de la zona. La pérdida de vegetación y el cambio de uso territorial provocarán la sensible percepción de que el paisaje original, y por lo tanto sus cualidades, han sido modificadas. La percepción actual del paisaje en el sitio involucra el conjunto de cultivos (pastizales), acahuales, zonas inundables y selva media, zona urbana, industrial e infraestructuras adyacentes como carreteras y caminos habilitados, entre otros; razón por la cual la calidad del paisaje no es tan elevada, sin embargo, si representa un desequilibrio perceptual desde las primeras actividades que se desarrollen en la ZEEF.

Cuadro 3.59 Descripción de los impactos para el componente paisaje

Fuente: Social Value Institute



- **Componente usos de suelo**

El componente uso de suelo se refiere a la ocupación actual que tiene el polígono de la ZEE Coatzacoalcos, que de manera general se puede dividir en cuatro conceptos diferentes, el primero corresponde al área de cultivo que se compone de cultivos de pastizal forrajero para la cría de ganado de doble propósito; el segundo que corresponde a tipos de vegetación como: palmar, acahual, pastizal inducido (incluye pastizal arbolado, pastizal inundado), popal-tular y selva media y, el último a desarrollo urbano e industrial. El impacto estará dado por el cambio de uso actual de suelo por un uso industrial. En el siguiente cuadro se describen los impactos.

FACTORES	IMPACTO	Descripción
Usos	Cambio de la vocación del suelo	El cambio en la vocación del suelo se refiere de manera particular y general a toda el área que conforma el polígono para el establecimiento de la ZEE Coatzacoalcos para convertirse en su mayor área (202 ha.) en una zona sellada (pavimentada) que ostentará infraestructura de tipo industrial y dejara de ser un sitio donde se presenten dinámicas poblacionales como las que se desarrollan actualmente.
	Cambio de uso de suelo	Como se ha definido anteriormente, dentro del polígono de la ZEE Coatzacoalcos, existe un uso de suelo industrial de acuerdo a lo que establece el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatán del Sureste (2005) en 201.04 ha de un polígono total de 275.19, por lo que se tendrá que hacer un cambio de uso de suelo por 201.04 ha, para tener un uso de suelo industrial.

Cuadro 3.60 Descripción de los impactos para el componente uso de suelo.

Fuente: Social Value Institute

- **Componente flora**

Para el componente flora se identificaron dos impactos ligados a la disminución de la diversidad y la disminución de la abundancia de organismos, ambos al interior del polígono de la ZEE; en el siguiente cuadro se describen dichos impactos:

FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
	Estructura y composición de la comunidad de manglar, palmar, selva inundable, selva mediana, popal-tular, acahuales de selva mediana y pastizal inducido.	La pérdida de cobertura vegetal es un impacto inherente a la etapa de Preparación del sitio y Construcción (desmonte y despalle total del área de trabajo). Se realizará el desmonte en 201.04 ha teniendo movimiento de maquinaria en parte de la Sección federal en un escenario de los siguientes tipos de vegetación, Palmar 59.44 ha, Pastizal inducido 133.58 ha, Popal-tular 57.73 ha, y se pretende dejar selva media como amortiguamiento 8.066 ha. Debido a lo anterior, se alterará la dinámica ecológica por la eliminación de la vegetación, provocando la disminución de nichos ecológicos para otras especies.



FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Diversidad	Disminución en la diversidad	Al realizar el desmonte de la superficie que será sujeta a cambio de uso de suelo forestal, serán retiradas las especies inmersas en la ZEEF, disminuyendo la diversidad que prevalece en la actualidad dentro del polígono, aunque es importante mencionar que los efectos por el establecimiento de potreros para ganado son quienes han provocado la disminución en la diversidad de especies de la selva media
Abundancia	Disminución en la abundancia de organismos	La abundancia de organismos se ve directamente alterada por retiro de vegetación para el establecimiento de la ZEEF Coatzacoalcos retirando los siguientes tipos de vegetación de la siguiente manera: Palmar 59.44 ha, Pastizal inducido 133.58 ha, Popal-tular 57.73 ha y se pretende dejar selva media como amortiguamiento 8.066 ha. Asimismo, se considera que el cambio de uso de suelo afectara una superficie de 45.16 ha. de 201.04 ha. por cambio de uso de suelo, las cuales tienen un recurso maderable de 330.175 m ³ por remover.

*Cuadro 3.61 Descripción de los impactos para el componente flora
Fuente: Social Value Institute*

➤ Componente fauna

En el caso del componente fauna se lograron identificar impactos potenciales para los distintos grupos faunísticos y de manera general para todos los organismos; en el siguiente cuadro se describen dichos impactos.

FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Abundancia y diversidad de Herpetofauna (anfibios y reptiles)		En el polígono de la ZEEF se identificaron 17 especies de herpetofauna. Los cuales se verán afectados durante el desmonte y despalme. El atropellamiento de herpetofauna se refiere al choque directo de anfibios y reptiles con vehículos automotores, provocando lesiones graves o el deceso de los individuos.
Abundancia y diversidad de Avifauna		Respecto a las aves, se identificaron 18 especies dentro del polígono de la ZEEF los cuales se pueden ver afectados durante la preparación del sitio y construcción. La colisión de aves se refiere al contacto o choque directo de aves en vuelo con diferentes objetos de diseño industrial tales como: vehículos automotores, postes de líneas eléctricas y edificios.
Abundancia y diversidad de		El atropellamiento de mastofauna se refiere al choque directo de mamíferos de diferentes tallas con vehículos automotores,



FACTORES	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Mastofauna		provocando lesiones graves o el deceso de los individuos.
Especies con estatus de conservación	Afectación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	<p>Se refiere a especies de aves que se encuentren bajo algún estatus de conservación dentro de la Norma Oficial Mexicana -059-SEMARNAT-2010. No hay dentro del polígono aves bajo algún status</p> <p>Las especies de herpetofauna bajo alguna categoría de conservación dentro del proyecto ZEE son: La cecilia (<i>Dermophis mexicanus</i>), el tlaconete (<i>Bolitoglossa rufescens</i>), el mazacuate (<i>Boa constrictor</i>), la iguana negra (<i>Ctenosaura acanthura</i>), la iguana verde (<i>Iguana</i>), el pochitoque (<i>Kinosternon leucostomum</i>) falso coralillo (<i>Lampropeltis triangulum</i>), y culebra ranera (<i>Leptophis mexicanus</i>). Solo dos especies de mamíferos están en la NOM-059-SEMARNAT-2010: mono aullador (<i>Alouatta palliata</i>) en Peligro de Extinción y el cacomixtle tropical (<i>Bassariscus sumichrasti</i>) Sujeta a protección especial.</p>
Pérdida de Hábitat	Modificación de hábitat	<p>El alejamiento y alteraciones ocasionadas por el desmonte y despalme podrán reflejarse en una alteración en la calidad de fauna, es decir, una transición del tipo de fauna actual a una con mayor tolerancia a la presencia humana (indicativa de zonas alteradas).</p> <p>La diversidad, a nivel local será afectada por los desmontes, maniobras, presencia humana (alejamiento, mortalidad, asimilación) a nivel local. Este impacto será moderado en la etapa de Preparación del sitio y Construcción.</p> <p>El inicio del Proyecto, (desmonte y despalme), implica la pérdida de sitios de refugio, anidación, reproducción y alimentación (vegetación natural presente). Durante la etapa de Construcción se tendrá un efecto de alejamiento por el ruido, maniobras de maquinaria pesada y mayor presencia humana en el sitio.</p>

Cuadro 3.62 Descripción de los impactos para el componente fauna
Fuente: Social Value Institute



5. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez identificados y descritos los posibles impactos por generar a consecuencia el desarrollo del proyecto “ZEEF Coatzacoalcos” es posible realizar la valoración de los mismos aplicando la metodología antes descrita tanto para la ZEE como para la ZEEF.

En los siguientes cuadros se muestran los resultados de la valoración de impactos categorizados acorde al valor asignado a cada uno de los atributos considerados.

ZONA ECONÓMICA ESPECIAL (ZEE)

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	TOTAL	CATEGORIA	
AGUA	Calidad	Cambios en la calidad del agua	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo	
		Derrames de residuos peligrosos	-	12	1	4	4	4	4	1	4	1	8	68	Severo	
		Incremento en la cantidad de materia orgánica	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo	
		Cambios en la turbidez	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo	
		Disminución de la concentración de oxígeno	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo	
	Cantidad	Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial	-	8	4	4	4	4	4	1	4	4	1	4	58	Severo
		Incremento de aguas residuales	-	8	4	4	4	2	1	2	4	4	4	2	55	Severo
		Cambios en la disminución de disponibilidad de agua	-	2	4	1	4	2	4	4	4	4	4	2	39	Moderado
		Disminución de niveles del acuífero	-	2	4	1	4	2	4	4	4	4	4	2	39	Moderado
	Continuidad	Interrupción del escurrimiento	-	8	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2	58	Severo
SUELO	Permeabilidad	-	4	4	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	Moderado	
	Pérdida de la capacidad productiva	-	4	4	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	Moderado	

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	TOTAL	CATEGORÍA
	Calidad		-	4	4	4	4	2	1	1	4	1	2	39	Moderado
	Erosión.		-	4	4	4	4	2	1	1	4	1	2	39	Moderado
	Estructura		-	4	4	4	2	4	1	1	4	4	4	44	Moderado
AIRE	Calidad acústica		-	2	2	4	2	1	1	1	4	1	2	26	Moderado
	Calidad		-	2	2	4	2	2	1	4	1	2	4	30	Moderado
	Partículas suspendidas		-	2	2	4	2	2	1	4	1	2	4	30	Moderado
PAISAJE	Calidad del Paisaje		-	8	4	4	4	4	1	1	4	4	8	62	Severo
USO DE SUELO	Cambios de Uso de Suelo		-	8	4	4	4	4	1	1	4	4	8	62	Severo
VEGETACIÓN	Estructura y composición de la comunidad de Manglar		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
	Estructura y composición de la comunidad de Palmar		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
	Estructura y composición de la comunidad de Selva inundable		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
	Estructura y composición de la comunidad de Selva Mediana		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
	Estructura y composición de la comunidad de Popal-tular		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
	Estructura y composición de la comunidad de Acahual de Selva Mediana		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
	Estructura y composición de la comunidad de Acahual de Selva inundable		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido		-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo	

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	TOTAL	CATEGORÍA
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido arbolado	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido inundable	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Diversidad	-	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46	Moderado
		Abundancia	-	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46	Moderado
		Especies con estatus de conservación	-	12	8	4	4	4	2	4	4	4	4	82	Crítico
FAUNA SILVESTRE		Abundancia y diversidad de Hepetofauna	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Abundancia y diversidad de Avifauna	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Abundancia y diversidad de Mastofauna	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Especies con estatus de conservación	-	12	8	4	4	4	2	4	4	4	4	82	Crítico
		Pérdida de hábitat	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
MEDIO ECONÓMICO SOCIAL, Y CULTURAL		Flujo vehicular	-	2	2	4	2	4	1	1	4	1	1	28	Moderado
		Economía	+	4	8	2	4	2	2	4	4	4	8	58	Severo
		Empleo y mano de obra	+	4	8	1	2	2	2	4	4	4	8	55	Severo
		Salud y bienestar social	+	4	8	1	2	2	2	4	4	4	8	55	Severo
		Infraestructura y servicios urbanos	+	4	8	1	4	2	2	4	4	4	8	57	Severo

Cuadro 3.63. Valoración de los impactos ambientales por componentes para la ZEE Coatzacoalcos

Fuente: Social Value Institute



ZONA ECONÓMICA ESPECIAL FEDERAL (ZEEF)

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	TOTAL	CATEGORIA
AGUA	Calidad	Cambios en la calidad del agua	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo
		Derrames de residuos peligrosos	-	12	1	4	4	4	4	1	4	1	8	68	Severo
		Incremento en la cantidad de materia orgánica	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo
		Cambios en la turbidez	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo
		Disminución de la concentración de oxígeno	-	8	4	4	2	1	4	4	4	4	2	57	Severo
	Cantidad	Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial	-	8	4	4	4	4	1	4	4	1	4	58	Severo
		Incremento de aguas residuales	-	8	4	4	2	1	2	4	4	4	2	55	Severo
		Cambios en la disminución de disponibilidad de agua	-	2	4	1	4	2	4	4	4	4	2	39	Moderado
		Disminución de niveles del acuífero	-	2	4	1	4	2	4	4	4	4	2	39	Moderado
	Continuidad	Interrupción del escurrimiento	-	8	4	4	2	4	2	4	4	4	2	58	Severo
SUELO	Permeabilidad	-	4	4	4	2	4	1	1	4	4	4	44	Moderado	
	Pérdida de la capacidad productiva	-	4	4	4	2	4	1	1	4	4	4	44	Moderado	
	Calidad	-	4	4	4	4	2	1	1	4	1	2	39	Moderado	
	Erosión.	-	4	4	4	4	2	1	1	4	1	2	39	Moderado	
	Estructura	-	4	4	4	2	4	1	1	4	4	4	44	Moderado	
AIRE	Calidad acústica	-	2	2	4	2	1	1	1	4	1	2	26	Moderado	
	Calidad	-	2	2	4	2	2	1	4	1	2	4	30	Moderado	
	Partículas suspendidas	-	2	2	4	2	2	1	4	1	2	4	30	Moderado	
PAISAJE	Calidad del Paisaje	-	8	4	4	4	4	1	1	4	4	8	62	Severo	
USO DE SUELO	Cambios de Uso de Suelo	-	8	4	4	4	4	1	1	4	4	8	62	Severo	
VEGETACIÓN	Estructura y composición de la comunidad de Palmar	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo	



COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	TOTAL	CATEGORIA
		Estructura y composición de la comunidad de Selva Mediana	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Estructura y composición de la comunidad de Popal-tular	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Estructura y composición de la comunidad de Acahual de Selva Mediana	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido arbolado	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Estructura y composición de la comunidad de Pastizal inducido inundable	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Diversidad	-	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46	Moderado
		Abundancia	-	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46	Moderado
FAUNA SILVESTRE		Abundancia y diversidad de Hepetofauna	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Abundancia y diversidad de Avifauna	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Abundancia y diversidad de Mastofauna	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
		Especies con estatus de conservación	-	12	8	4	4	4	2	4	4	4	4	82	Crítico
		Pérdida de hábitat	-	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	70	Severo
MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL		Flujo vehicular	-	2	2	4	2	4	1	1	4	1	1	28	Moderado
		Economía	+	4	8	2	4	2	2	4	4	4	8	58	Severo
		Empleo y mano de obra	+	4	8	1	2	2	2	4	4	4	8	55	Severo
		Salud y bienestar social	+	4	8	1	2	2	2	4	4	4	8	55	Severo
		Infraestructura y servicios urbanos	+	4	8	1	4	2	2	4	4	4	8	57	Severo

Cuadro 3.64 Valoración de los impactos ambientales por componentes para la ZEEF
Fuente: Social Value Institute



Para la ZEE Valorando los impactos detectados en los cuadros anteriores para la ZEE 28 de ellos están en la categoría de severos (65.12%), 13 en la categoría de moderados (30.23%) y 2 como críticos (4.65%).

Para la ZEEF Valorando los impactos detectados en los cuadros anteriores para la ZEEF 25 de ellos están en la categoría de severos (64.10%), 13 en la categoría de moderados (33.33%) y 1 como crítico (2.56%).

Impactos Sinérgicos, Residuales y Acumulativos

La metodología de V. Conesa (Fernández-Vítora, 1997), nos puede clasificar a un impacto por medio de su tipología y que este puede ser de una o más tipologías por lo que una vez obtenida la evaluación los impactos se cuantifican y describen según su tipología (Sinérgicos, Acumulativos y Residuales).

- Impacto sinérgico. - Se produce cuando el efecto conjunto en presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia mayor que el efecto suma.
- Impacto Residual. - Es aquel cuyos efectos persistirán en el ambiente, por lo que requiere de la aplicación de medidas de atenuación que consideren el uso de la mejor tecnología disponible.
- Impacto acumulativo. - Son aquellos impactos ambientales resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.

ZONA ECONÓMICA ESPECIAL (ZEE)

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		
			SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Calidad	Cambios en la calidad del agua	SI	NO	SI
		Derrames de residuos peligrosos	SI	SI	
		Incremento en la cantidad de materia orgánica	SI	SI	SI
		Cambios en la turbidez	SI	SI	SI
		Disminución de la concentración de oxígeno	SI	SI	SI
	Cantidad	Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial	NO	NO	NO
		Incremento de aguas residuales	SI	SI	SI
		Cambios en la disminución de disponibilidad de agua	SI	SI	SI
		Disminución de niveles del acuífero	SI	SI	SI
Continuidad	Interrupción del escurrimiento	SI	NO	SI	
SUELO	Permeabilidad	NO	NO	NO	



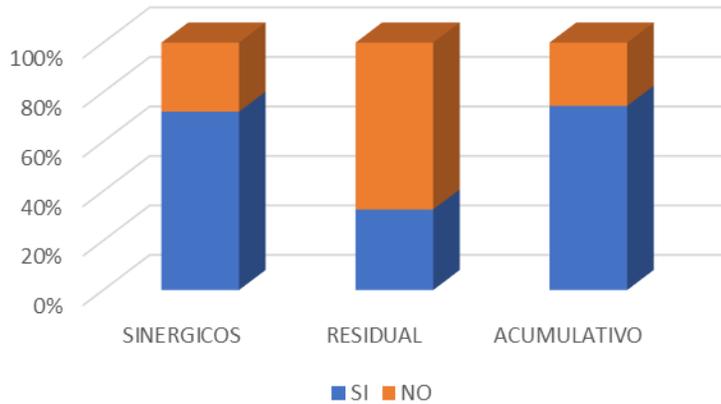
COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Pérdida de la capacidad productiva		NO	SI	NO
	Calidad		NO	NO	NO
	Erosión.		NO	SI	NO
	Estructura		NO	NO	NO
AIRE	Calidad acústica		NO	SI	NO
	Calidad		NO	SI	SI
	Partículas suspendidas		NO	NO	SI
PAISAJE	Calidad del Paisaje		NO	SI	NO
USO DE SUELO	Cambios de Uso de Suelo		NO	SI	NO
VEGETACIÓN	Estructura y composición de las comunidades de Manglar		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Palmar		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Selva inundable		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Selva Mediana		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Popal-tular		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Acahual de Selva Mediana		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Acahual de Selva inundable		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Pastizal inducido		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Pastizal inducido arbolado		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Pastizal inducido inundable		SI	NO	SI
	Diversidad		SI	NO	SI
	Abundancia		SI	NO	SI
	Especies con estatus de conservación		SI	NO	SI
FAUNA	Abundancia y diversidad de Hepetofauna		SI	NO	SI
	Abundancia y diversidad de Avifauna		SI	NO	SI
	Abundancia y diversidad de Mastofauna		SI	NO	SI
	Especies con estatus de conservación		SI	NO	SI
	Pérdida de hábitat		SI	SI	SI
SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL	Flujo vehicular		NO	NO	NO
	Economía		SI	NO	SI
	Empleo y mano de obra		SI	NO	SI
	Salud y bienestar social		SI	NO	SI
	Infraestructura y servicios urbanos		SI	NO	SI

Cuadro 3.65 Impactos sinérgicos, residuales y acumulativos en la ZEE Coatzacoalcos.

Fuente: Social Value Institute



En relación a la tipología presentada, se tiene que de los 49 impactos evaluados 31 resultaron sinérgicos, 14 residuales y 33 acumulativos, en la siguiente gráfica se muestra esta información:



Gráfica 3.20 Impactos, sinérgicos, residuales y acumulativos para la ZEE.
Fuente: Social Value Institute

ZONA ECONÓMICA ESPECIAL FEDERAL (ZEEF)

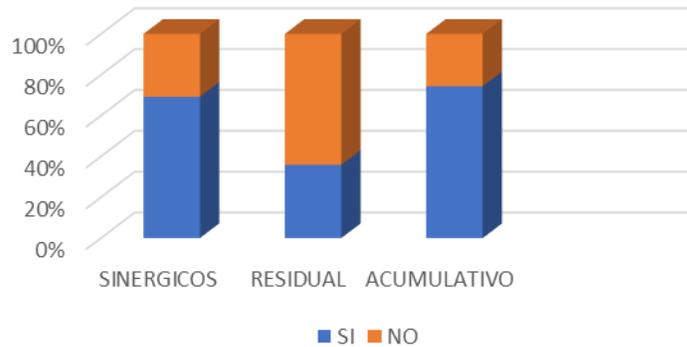
COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		
			SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Calidad	Cambios en la calidad del agua	SI	NO	SI
		Derrames de residuos peligrosos	SI	SI	NO
		Incremento en la cantidad de materia orgánica	SI	SI	SI
		Cambios en la turbidez	SI	SI	SI
		Disminución de la concentración de oxígeno	SI	SI	SI
	Cantidad	Alteraciones de patrones naturales de infiltración y drenaje superficial	NO	NO	SI
		Incremento de aguas residuales	SI	SI	SI
		Cambios en la disminución de disponibilidad de agua	SI	SI	SI
		Disminución de niveles del acuífero	SI	SI	SI
Continuidad	Interrupción del escurrimiento	SI	NO	SI	
SUELO	Permeabilidad		NO	NO	NO
	Pérdida de la capacidad productiva		NO	SI	SI
	Calidad		NO	NO	NO
	Erosión.		NO	SI	
	Estructura		NO	NO	NO
AIRE	Calidad acústica		NO	NO	

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	TIPO DE IMPACTO		
			SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Calidad		NO	SI	SI
	Partículas suspendidas		NO	SI	SI
PAISAJE	Calidad del Paisaje		NO	SI	
USO DE SUELO	Cambios de Uso de Suelo		NO	SI	
VEGETACIÓN	Estructura y composición de las comunidades de Palmar		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Selva Mediana		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Popal tular		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Acahual de Selva Mediana		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Pastizal inducido		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Pastizal inducido arbolado		SI	NO	SI
	Estructura y composición de las comunidades de Pastizal inducido inundable		SI	NO	SI
	Diversidad		SI	NO	SI
FAUNA	Abundancia		SI	NO	SI
	Abundancia y diversidad de Herpetofauna		SI	NO	SI
	Abundancia y diversidad de Avifauna		SI	NO	SI
	Abundancia y diversidad de Mastofauna		SI	NO	SI
	Especies con estatus de conservación		SI	NO	SI
SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL	Pérdida de hábitat		SI	SI	SI
	Flujo vehicular		NO	NO	NO
	Economía		SI	NO	SI
	Empleo y mano de obra		SI	NO	SI
	Salud y bienestar social		SI	NO	SI
	Infraestructura y servicios urbanos		SI	NO	SI

Cuadro 3.66 Impactos sinérgicos, residuales y acumulativos en la ZEEF Coatzacoalcos.
Fuente: Social Value Institute

En relación a la tipología presentada, se tiene que de los 39 impactos evaluados 27 resultaron sinérgicos, 14 residuales y 29 acumulativos, en la siguiente gráfica se muestra esta información:





Gráfica 3.21. Impactos, sinérgicos, residuales y acumulativos para la ZEEF.
Fuente: Social Value Institute

La calidad ambiental del Ejido Cinco de Mayo, donde se pretende desarrollar la ZEEF en un inmueble de la federación en un área de 474.43 ha es muy baja debido a la ocupación actual que tiene, esto es: superficie de polígono industrial por uso de suelo de acuerdo al Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos – Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatán del Sureste (2005), corresponde a 310.2 ha.

La ocupación actual de los tipos de usos de suelo de la Sección impulsada por la Federación, se distribuye de la siguiente manera:

USOS	SUPERFICIE (ha)
Pastizal inducido	36.92
Pastizal inducido arbolado	56.97
Pastizal inducido inundable	39.69
Popal-tular	57.73
Acahual – Selva media	4.91
Palmar	59.44
Selva media perennifolia	8.08
Urbano	11.16
TOTAL	275.19

Cuadro 3.67 Ocupación actual del polígono de la ZEEF Coatzacoalcos Polígono Federal.
Fuente: Social Value Institute

Como se puede apreciar en el cuadro anterior la mayor ocupación es de pastizal, que intrínsecamente mantienen un servicio ecosistémico de provisión como es el alimento para el forrajeo, que mantiene el ganado del ejido; a consecuencia de esta actividad se presentan procesos de degradación y pérdida de la calidad del suelo, minimizando la diversidad natural del componente suelo y, por lo tanto, se reduce la oportunidad de la presencia de otras especies de fauna silvestre. Sin embargo, dentro de la ZEEF Coatzacoalcos se cuentan con registros de fauna silvestre y de flora remanente en su interior, lo que provoca que los impactos que se den sobre el sitio tengan una importancia significativa para el entorno natural que aún subsiste en él.

En contraste, en el SAR existen distintos sitios que aún conservan características naturales que permitirán contrarrestar los impactos que se generen en la ZEE Coatzacoalcos, algunos de ellos

presentan servicios ecosistémicos como la provisión de agua y la recarga del acuífero, beneficios que se mantendrán siempre que se conserven las partes altas del SAR y los parteaguas de la cuenca; fomentando la inclusión de especies nativas que regeneren la zona de manera natural; debido a que presenta una pérdida importante de recursos naturales. Por lo anterior es importante y necesario incluir medidas de mitigación, oportunas y funcionales, que eviten la ocurrencia de los impactos o en su caso que reduzcan o compensen sus efectos.

Es posible concluir que, la implementación de la Zona Económica Especial de Coatzacoalcos es un proyecto que puede ser desde el punto de vista ambiental viable si su planeación incluye medidas que prevengan, mitiguen y compensen los todos impactos ocasionados.

Una vez mostrado los posibles impactos y su grado de incidencia sobre la ZEE en su polígono federal, es posible evidenciar el grado de impacto a nivel del SAR y ZEE, la capacidad del mismo para asimilar los impactos que serán ocasionados, es por ello que en el siguiente cuadro se presentan los componentes bióticos y abióticos, cuya vulnerabilidad es mayor en relación con los resultados obtenidos en la matriz de valoración presentada en el apartado anterior, retomando los impactos severos y críticos resultantes.



3.4.2 CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DE LAS AFECTACIONES QUE PUDIERAN DERIVARSE DEBIDO A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

Una vez mostrado los posibles impactos y su grado de incidencia sobre la ZEE en su polígono federal, es posible evidenciar el grado de impacto a nivel del SAR y ZEE, la capacidad del mismo para asimilar los impactos que serán ocasionados, es por ello que en el siguiente cuadro se presentan los componentes bióticos y abióticos, cuya vulnerabilidad es mayor en relación con los resultados obtenidos en la matriz de valoración presentada en el apartado anterior, retomando los impactos severos y críticos resultantes.

Componente	IMPACTO	Estado Actual	Capacidad de Asimilación
AGUA	Contaminación	No se cuenta con datos respecto a la calidad del agua, en la cuenca baja del río Coatzacoalcos, sin embargo en algunos estudios técnicos sobre calidad de agua en el río Coatzacoalcos se reporta una calidad deficiente, con altos contenidos de metales pesados, originado por el gran número de industrias establecidas en la cuenca, sin embargo en la visita de campo, dentro del área del proyecto se pudo observar el uso de diferentes agroquímicos, derivados de las actividades agrícolas de la zona, los cuales podrían estar teniendo una incidencia directa e indirecta sobre los cauces temporales presentes en la zona, además de que los cauces detectados presentaron contaminación visible de por lo menos grasas y aceites.	Derivado de las diferentes actividades industriales, la contaminación de los cuerpos de agua podría verse incrementada significativamente, sin embargo, el proyecto considera la instalación de plantas de tratamiento y sistemas de drenaje, que servirán para reducir el efecto contaminante de los desechos, además es necesario considerar que la presencia de industrias cercanas ha contribuido ya a que este impacto este presente previo al emplazamiento de la ZEE Coatzacoalcos
	Disminución en los niveles del acuífero	Las escorrentías actuales que se localizan en la zona del proyecto, son de índole temporal, por lo que el cauce y los niveles de los acuíferos, varían de acuerdo a la estacionalidad y al porcentaje de cobertura vegetal de la zona, en algunas partes los pozos artesanales dentro del polígono de la ZEE Coatzacoalcos en inmueble de la federación se localizan en promedio de 7.0 a 25.0 m de profundidad, es importante mencionar que se requieren para procesos de producción del orden de 28,854 miles m ³ /año	La remoción de la cobertura vegetal puede incidir directamente en la disminución de los niveles del acuífero, por la pérdida de sistemas de captación, el proyecto considera mantener áreas con vegetación (74.07 ha) de esta manera se espera que la cobertura vegetal ayude a la retención de agua. Además, se espera que, por la ubicación de la ZEE, la recarga del acuífero se de en la parte alta del SAR y ZEE Coatzacoalcos, es decir al oriente que es donde se encuentran las partes más elevadas tanto de la ZEE Coatzacoalcos y la ZEEF como del SAR.
	Disminución en disponibilidad	Actualmente en el interior del polígono de la ZEE Coatzacoalcos que existen zonas de toma de agua con fines de consumo urbano y agrícola, que a largo plazo han venido alterando la disponibilidad de este recurso, por lo que el impacto de la ZEE se estaría sumando al impacto que actualmente se da en el sitio, por necesidad de agua de 28,854 miles m ³ /año	La disponibilidad del agua del área está en función de la cobertura vegetal, al eliminarse parte de esta vegetación, se podrá ver afectada la disponibilidad del recurso, sin embargo, se podrá seguir recargando de otras áreas para mantener este recurso con permanencia constante, específicamente de la parte norte colindante con la ZEE Coatzacoalcos y la ZEEF.
SUELO	Perdida de la capacidad productiva	La permeabilidad de los suelos está dada por la composición física del mismo, en este caso, el polígono de la ZEE en inmueble federal, sus suelos están sujetos a procesos hidromórficos con la problemática de estancamiento de agua, por lo que su productividad está en función de las propias actividades de aprovechamiento y ha disminuido en calidad por el uso de agroquímicos y pesticidas.	El presente proyecto implica la remoción total de las áreas de cultivo y aunque ya se ha disminuido la capacidad productiva del suelo, este aún cuenta con fauna asociada, sin embargo, existen áreas conservadas aledañas (dentro del SAR) que podrán fungir como refugio de especies de fauna



Componente	IMPACTO	Estado Actual	Capacidad de Asimilación
	Perdida de características estructurales	Las actividades de pastoreo y cultivo de pasto forrajero que se llevan a cabo dentro del área del proyecto, han resultado en la pérdida parcial y paulatina de las características originales del suelo, actualmente presenta diferentes grados de inundación, compactación y erosión. El 23% de la ZEE está dedicado a pastizal y el 48 % en la ZEE polígono federal.	La instalación de infraestructura diversa para las industrias, derivara en la perdida de las características estructurales del suelo, sin embargo, en aquellas áreas de amortiguamiento se espera que el suelo paulatinamente recupere algunas de sus propiedades. Además de que dentro del SAR existen áreas con vegetación natural donde el suelo posee sus propiedades naturales con mayor calidad que las que actualmente se presentan en la ZEE, por lo que su ocupación no representa un impacto considerable a nivel SAR.
AIRE	Aumento en la emisión de gases contaminantes	Las fuentes emisoras de gases contaminantes y partículas suspendidas, que se localizan dentro del área del proyecto son mínimas, siendo fuentes móviles, y fijas tales como maquinaria de uso industrial y vehículos automotores.	Las actividades industriales del proyecto aumentarán de manera significativa la emisión de gases contaminantes, por lo que se deberán seguir las medidas de mitigación correspondientes en materia de emisión de gases contaminantes a la atmosfera.
	Aumento en la emisión de ruido	Las fuentes emisoras de ruido que se localizan dentro del área del proyecto, son mínimas, resumiéndose en vehículos y máquinas de uso industrial diurnos, sin embargo, las industrias aledañas ya establecidas generan emisiones de ruido constantes durante todo el día y noche.	Dentro de las diferentes etapas del proyecto, se generarán fuentes tanto fijas como móviles de ruido, aumentando considerablemente los niveles en la zona. De manera natural las barreras y zonas de vegetación que se localizan en las áreas adyacentes y de influencia del proyecto podrán fungir como barreras de ruido, sin embargo, se deberán seguir las diferentes medidas de mitigación propuestas para el presente proyecto.
PAISAJE	Disminución en la calidad del paisaje	La estética paisajística de la zona, está conformada principalmente por industria "Complejo Petroquímico Cangrejera" que limita con el predio al oeste, al norte con Ejido La Cangrejera y Parque Ecológico Jaguarundi, al este con manchones de Selva Media y vivienda y al sur con terrenos de conservación de PEMEX, tanto al norte, este y sur se crean hábitats, refugios y sitios de percha y descanso, para las diversas especies de fauna que se localizan en el área, ya sean residentes o transitorias.	El proyecto considera el establecimiento de áreas verdes y de amortiguamiento que reducen el impacto sobre la calidad del paisaje, sin embargo, se considera implementar medidas de mitigación de diferentes tipos que permitan reducir los efectos de este impacto.
USO DE SUELO	Cambio de vocación del suelo	Actualmente la vocación principal del suelo del área del proyecto, es de uso de pastoreo de ganado, sobre el cual se han establecido diversas parcelas para cultivo de pastos forrajeros, asentamientos humanos y pequeña industria.	La remoción de las actividades de pastoreo-agrícola dentro del área del proyecto, repercutirá directamente en su uso actual. Sin embargo, debido a que su uso principal es el pastoreo, el cambio de uso de suelo no representa una afectación importante a nivel SAR.



Componente	IMPACTO	Estado Actual	Capacidad de Asimilación
FAUNA	Perdida de las fuentes de alimento	Los pastos existentes en el polígono, brindan diferentes fuentes de alimento y áreas de forrajeo, para especies de aves, murciélagos y pequeños mamíferos que se distribuyen de manera natural en la región; así mismo la concentración de estas especies consumidoras primarias, incide de manera directa en la atracción de consumidores secundarios, tales como algunos reptiles, aves de presa y mamíferos medianos.	La instalación de las industrias, provocara la remoción de sitios de forrajeo, sin embargo, grupos como las aves, murciélagos y mamíferos mediano, podrán desplazarse debido a su alta movilidad a sitios nuevos. Por otro lado, grupos de baja movilidad como la herpetofauna y roedores, se verán afectados por la disminución de la cobertura vegetal, alterando el ciclo alimenticio de estas especies.
	Modificación de hábitat	Actualmente, aunque la zona presenta un grado de fragmentación, algunas especies se han visto beneficiadas, tales como aves (Semilleras, insectívoras y de presa), roedores, murciélagos (Insectívoros, Frugívoros). Debido a que los campos de pastizales les brindan zonas de alimentación y caza.	Se verá repercutido directamente en la pérdida del hábitat para diferentes especies, Sin embargo, el proyecto contempla áreas verdes y de amortiguamiento que podrán fungir como nuevos sitios de refugio.

Cuadro 3.68 . Capacidad de asimilación de las afectaciones.

Fuente: Social Value Institute

COMPONENTE	IMPACTO	CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN
AGUA	Disminución en los niveles del acuífero.	Se deberán de extraer 28,854 miles m ³ /año del acuífero que conforma la ZEE y/o de la ZEE en inmueble de la federación, tan solo para abastecer los siguientes procesos: manufactura de aluminio, metalmecánica, muebles, petroquímica, plástico, procesamiento de alimentos, pulpa y papel y químico.
	Disminución en disponibilidad	No se tienen cálculos sobre la disponibilidad de agua en el acuífero con capacidad para abastecer la ZEE y ZEE Polígono Federal, sin embargo, se tendrá que evaluar las siguientes disponibilidades como mínimo: Para procesos de producción: 28,854 miles m ³ /año Para consumo y servicios por empleos directos: 276,439.8 m ³ /año Para consumo y servicios por empleos indirectos: 612,011.4 m ³ /año
	Contaminación	De manera directa derivado de los procesos de producción se puede tener una generación del 50% de aguas residuales a partir del volumen requerido para procesos es decir se tiene: Agua residual por procesos: 14,427 miles m ³ /año Agua residual por empleo directo: 276,439.8 m ³ /año Agua residual por empleo indirecto: 612,011.4 m ³ /año Es importante señalar que el agua residual por proceso si está directamente relacionada a la ZEE Polígono Federal, mientras que el agua residual por empleo directo e indirecto están más relacionadas a la ZEE y al SAR, esto a que dichos empleos (personal) pueden tener sus residencias en: los municipios que conforman el SAR y los municipios y/o localidades que conforman la ZEE , y los volúmenes estimados solo son empleos directos, no se

COMPONENTE	IMPACTO	CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN
		considera en número de integrantes que conforman cada uno de estos empleos directos y/o indirectos.
SUELO	Perdida de la capacidad productiva	Se perderá la capacidad de permeabilidad y por lo tanto de captación de agua hacia el acuífero u acuíferos en la ZEE en inmueble de la federación en por lo menos: 141.4 ha de lotes industriales, 9.4 ha para investigación y formación, 2.3 ha en servicios auxiliares, 6.5 ha en servicios de acogida, 7.2 ha en infraestructura de redes urbanas y 24.6 ha en vialidades.
	Perdida de características estructurales	Las pérdidas originales del suelo en la ZEE están representadas por 2,634.01 ha y en la ZEE en inmueble de la federación por 80.436 ha.
AIRE	Aumento en la emisión de gases contaminantes	De los procesos que se tienen considerados a implementar en la ZEE Polígono Federal, por el momento es difícil estimar su emisiones, sin embargo lo que sí es claro suponer es que serán significativos en cada uno de ellos, adicionalmente a ello se estima que una tercera parte de empleos directos se trasladen de cualquier punto del SAR o de la ZEE en vehículo propio es decir 1,688 vehículos, más otra tercera parte de empleos indirectos flotantes de 7,736 vehículos más que hacen un total de: 9,424 vehículos que generaran emisiones contaminantes en los alrededores de la ZEE Polígono Federal.
	Aumento en la emisión de ruido	Los procesos de producción en conjunto con el número total de vehículos flotantes por 24 en la zona aledaña a la ZEE Polígono Federal, generarán emisiones de ruido significativas, que se podrán atenuar con la medida de mitigación adecuada.
PAISAJE	Disminución en la calidad del paisaje	De las 14,645.69 ha que conforman la ZEE del orden de 3000 ha. de manera directa pueden sufrir modificaciones esto debido a que se trata de pastizal, suelo sin vegetación y zonas de cultivo para el establecimiento de industria, mientras que en la ZEE en inmueble de la federación 310 ha, están disponibles por uso de suelo a emplearse en el sector industrial.
USO DE SUELO	Cambio de la vocación del suelo	Tanto para la ZEE y para ZEE en inmueble de la federación hay predominancia de pastizal, para el primero en un 33.1% (4,843.7 ha) y para el segundo 48.54% (133.58 ha), por lo que este uso de suelo sería el que sería afectado de manera significativa.
FAUNA	Perdida de las fuentes de alimento	Por ser el pastizal como uso de suelo de mayor vocación para la ZEE y para la ZEE polígono federal, se tiene una superficie significativa como fuente de alimento y áreas de forrajeo, para especies de aves, murciélagos y pequeños mamíferos que se distribuyen de manera natural en la región que se perdería por el establecimiento de industria.
	Modificación de hábitat	El número de hectáreas de pastizal en la ZEE y ZEE Polígono Federal, se perderían de manera significativa como hábitat de todos los grupos faunísticos.

Cuadro 3.69 Resumen de la capacidad de asimilación de las afectaciones

Fuente: Social Value Institute



3.4.3 COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

A partir del análisis del punto 3.1.2 se resume a manera de cuadro los instrumentos de protección ambiental que se consideraron para la compatibilidad del proyecto, así como la normativa que debe cumplirse a fin de no contraponerse con los lineamientos en materia ambiental.

No se identificó el establecimiento de ningún Área Natural Protegida (de jurisdicción Federal, Estatal o Municipal) sobre los Terrenos que integran el polígono de la ZEE. Tampoco se detectaron en los Terrenos de la Sección impulsada por la Federación, especies en peligro de extinción que pudieran ser amenazadas por el establecimiento y operación de la Zona.

En lo que respecta a los instrumentos de planeación, desarrollo y zonificación, se identifican diversos Planes y Programas que enmarcan el desarrollo urbano y social del Municipio de Coatzacoalcos. El Programa de Ordenamiento Urbano (POU) de la Zona Conurbada de Coatzacoalcos -Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río - Ixhuatlán del Sureste (2005), establece en la Ciudad de Coatzacoalcos y su entorno, las estrategias, políticas, normas y reglamentos de crecimiento. Los Terrenos integrantes del polígono de la Zona cuentan con uso de suelo predominantemente *“Industrial”* y en menor medida *“Desarrollo Controlado”*; no obstante, lo anterior, también existen algunas áreas mínimas dentro de dicho polígono clasificadas como *“Suelo Ecológico Productivo”*.

En ese sentido, las actividades que se desarrollen en la ZEE y ZEEF deberán ser afines a los usos de suelo respectivos; debe destacarse que en caso de pretenderse realizar actividades industriales que no sean compatibles con los usos de suelo respectivos, se deberá evaluar la posibilidad de realizar una actualización y modificación del PDUC para incluir a dichas actividades como usos permitidos. Actualmente se trabaja en conjunto con la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Veracruz con la finalidad de adecuar el proyecto a las restricciones de los ordenamientos que lo deberán regir. A los Terrenos que integran el polígono de la Zona, les es aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POER, 2008). Conforme al POER los Terrenos que integran el polígono de la ZEEF se localizan en las Unidades de Gestión Ambiental No. 5, 7, 11 y 13 Aprovechamiento Pecuario, Aprovechamiento Industrial, Protección y Restauración de Flora y Fauna, respectivamente.

Las actividades desarrolladas en la Zona deberán ser compatibles con las políticas ambientales respectivas para cada Unidad de Gestión Ambiental. Haciendo un acercamiento al polígono de la Sección impulsada por la Federación se observa que las actividades industriales están permitidas en dos Unidades de Gestión: UGA de Aprovechamiento Pecuario (UGA 5) y la UGA de Aprovechamiento Industrial (UGA 7). Debe resaltarse que colindando con las áreas que cuentan con aptitud para uso industrial, también existen terrenos en los que se promueve la Protección y la Restauración, cada uno de ellos con diferentes formas de uso del suelo destinados al cuidado del ambiente por los valores ecológicos que en ellos se encuentran.

(UGA 5) = Su política ecológica es de APROVECHAMIENTO, su uso predominante es PECUARIO.

(UGA 7) = Su política ecológica es de APROVECHAMIENTO, su uso predominante es INDUSTRIAL

(UGA 11) = Su política ecológica es de PROTECCION, su uso predominante es ESPACIO NATURAL TERRESTRE.



(UGA 13) = Su política ecológica es de RESTAURACIÓN, su uso predominante es FLORA Y FAUNA.

Instrumento	Análisis	Compatibilidad
ANP-Federal	El polígono del proyecto no incide en Áreas Naturales Protegidas a nivel Federal. La más cercana se localiza a 23.80 km al SAR, 39.46 de la ZEE y 43.32 km a la ZEEF.	Al no situarse dentro de las ANP's Federales y Estatales, el proyecto no se encuentra sujeto a los Programas de Conservación y Protección de éstas; por tanto, resulta compatible las actividades productivas de industria planeadas dentro de la ZEE parte de la Estrategia para la reactivación económica de la Cuenca Baja del Coatzacoalcos.
ANP-Estatal	El polígono del proyecto no incide en Áreas Naturales Protegidas a nivel Estatal.	
ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN	Parque Jaguarundi, certificado No. 1 ante CONANP como Área destinada voluntariamente a la conservación. Colindando con la ZEE en el lindero oeste y a 1.56 km de la ZEEF. Ubicada dentro del SAR.	Por la proximidad del parque Jaguarundi, situado en la vecindad del polígono de la ZEEF, al norponiente, el cuales es de PEMEX, se respetará el área que las delimita (ejido la Cangrejera) fungiendo como área de amortiguamiento para la biodiversidad, se considerará también como receptor por la creación de programas de rescate de especies que fueron identificadas dentro de la ZEEF
	Parque Tuzandepet, certificado No. 234 ante CONANP como Área destinada voluntariamente a la conservación. Parcialmente dentro de la ZEE y a 8.35 km de la ZEEF. Ubicada dentro del SAR	Por la proximidad del parque Tuzandepet, situado en la en la parte suroeste de la ZEE, en la ribera del río Coatzacoalcos margen derecha, al norponiente, el cual es propiedad de PEMEX, se respetará el área que las delimita fungiendo como área de amortiguamiento para la biodiversidad, se considerará también como receptor por la creación de programas de rescate de especies que fueron identificadas dentro de la ZEEF
RTP	El polígono de la ZEE no se localiza dentro de regiones terrestres prioritarias; sin embargo, Coatzacoalcos se encuentra en la RTP 131 Su importancia como RTP radica en que incluye características tales como la de ser el límite norte de la selva en el continente, una zona de contacto biogeográfico, mantener gran cantidad de tipos de vegetación asociada al gradiente altitudinal con procesos ecológicos especiales	No existe incidencia directa por la ZEE; baja eso precepto, el proyecto es compatible con las características del suelo. Se seguirán las actividades planeadas para para la creación de programas de rescate de especies y reforestación.
AICA	El polígono de la ZEE no se encuentra dentro de AICA; sin embargo, cercana se identifica AICA-SE-04 Los Tuxtlas no incide dentro del SAR. Se considera Reserva Especial de la Biosfera.	
RMP	Para la delimitación del SAR se considera la región marítima prioritaria 52 Delta del	No existe programa de manejo, sin embargo, se considera la importancia de la RMP por las



	<p>Coatzacoalcos, localizada en la parte noroeste del polígono; la ZEE y la SAR inciden dentro de la RMP-52.</p> <p>Zona turística y petrolera, con actividades industriales y de transporte.</p>	<p>actividades portuarias que se llevan a cabo, con potencial desarrollo económico para la importación y exportación.</p> <p>El parque industrial previsto en la ZEE Coatzacoalcos, prevé respetar las actividades que se realizan, así como las condiciones naturales que guarda la región. Cabe señalar, que la ZEE no se encuentra dentro de la costa del Golfo de México.</p>
RHP	<p>El SAR se sitúa cercana a la RHP-81 Cuenca Media y Alta del Coatzacoalcos, ríos Coatzacoalcos, Jaltepec y Sarabia, arroyos, pequeños manantiales. Modificación del entorno: bien conservadas las zonas de difícil acceso, otras partes son desmontadas para cultivo. Relleno de áreas inundables (cuenca media), deforestación (cuenca alta), modificación de la vegetación natural y azolvamiento de ríos. Construcción de carreteras. Zona de pocos asentamientos y de recuperación, después de impactos por transformaciones ambientales.</p>	<p>En CONAGUA no se reporta déficit por sobreexplotación del acuífero. Se tiene entonces que la ZEE es compatible con la disponibilidad y aprovechamiento en caso de requerirlo.</p> <p>Por otro lado, en aguas superficiales se identifican cuerpos de agua en la ZEE, se respetarán las condiciones de estos, así como los servicios ambientales que ofrece a los ecosistemas principalmente, delimitando una zona de amortiguamiento contigua.</p>
POER en la ZEE F	<p>A los Terrenos que integran el polígono de la Zona, les es aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (el "POER").</p>	<p>Conforme al POER los Terrenos que integran el polígono de la Zona se encuentran en las Unidades de Gestión Ambiental No. 5, 7, 11 y 13 Aprovechamiento Pecuario, Aprovechamiento Industrial, Protección de Espacio Natural Terrestre y Restauración de Flora y Fauna, respectivamente.</p> <p>El proyecto de la ZEEF es compatible con las políticas ecológicas del POER.</p> <p>Para futuros inmuebles dentro de la ZEE, se deberán acatar las políticas establecidas en el POER</p>

Cuadro 3.70 Compatibilidad del proyecto con instrumentos de protección ambiental.

Fuente: Social Value Institute

Referente a las leyes y normas dentro del marco ambiental, se consideran lo estipulado en la sección 1.2.7, en donde se establecen las obligaciones y alcances del proyecto, con base en el polígono del SAR, de la ZEE y de la Sección impulsada por la Federación. De manera general, se debe hacer un estudio de Manifestación de Impacto Ambiental Regional por el tipo proyecto y uso de suelo dentro de la ZEE (Artículo 28 de la LGEEPA; Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental), así como la entrega de un Estudio Técnico Justificativo que sustente que se respetará el equilibrio ecológico por implementación de actividades de mitigación de impactos que le competen al gobierno federal (Artículo 177 LGDFS). El manejo de residuos peligrosos se hará sujeto a un Plan de Manejo conforme lo establece el Artículo 31 de la LGPGIR.



Respecto al cumplimiento del orden estatal, se deberá dar observancia al manejo integral de residuos sólidos de manejo especial, de acuerdo con el Artículo 7, fracción V, de la Ley Estatal de Protección Ambiental. Las fuentes fijas de competencia estatal que emitan o puedan emitir gases, partículas contaminantes sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán Licencia Ambiental de Funcionamiento de acuerdo con el Artículo 134 de la Ley Estatal de Protección Ambiental.

Las Normas Oficiales Mexicanas, que deberá cumplir la ZEEF, durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento, se presentan en el cuadro 3.6 del punto 3.1.2.

3.4.4 COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LOS OET

En la revisión exhaustiva, se encontraron los siguientes ordenamientos que corresponden al proyecto de la ZEE Coatzacoalcos, Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos y la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatán del Sureste. Este último, es un programa urbano y define usos del suelo.

Orden jerárquico	Instrumento	Análisis	Compatibilidad	Cumplimiento	Alternativas o procedimientos para cumplir las restricciones
Federal	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT, 2012)	La ZEE incide directamente en la UAB 134, Llanura Costera del Golfo, que presenta políticas de Preservación, Protección de los recursos naturales, Restauración y Aprovechamiento Sustentable.	Es compatible con la totalidad de las estrategias y políticas.	Las obras y actividades que prevé la ZEE dan cumplimiento en la mayoría de las estrategias aplicables.	<p>Para fortalecer la gestión del recurso hídrico, abundante e impactado, se requiere que cada inversionista implemente tecnología y acciones que propicien el ahorro de agua potable; así como, el aprovechamiento del agua tratada en actividades que no necesariamente requieran del empleo de agua potable (por ejemplo; procesos de producción, limpieza de instalaciones, riego de áreas verdes, lavado de autos e inodoros).</p> <p>Para el caso de recuperación de especies en riesgo, se deberán implementar programas de rescate, reubicación y en su caso de monitoreo de las especies halladas en los muestreos de campo realizados.</p>
Regional I	Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos	<p>La ZEE se ubica en las UGAs No. 1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16 y 17.</p> <p>Para la ZEEF, aplican las</p>	<p>La ZEE no es compatible con el uso de suelo en las UGAs 11, 12, 13 y 16.</p> <p>La ZEEF no es</p>	Las UGAs 11, 12, 13 y 16, presentan incompatibilidad en los usos para las actividades	Observar en los planes maestros de la ZEEF y futuros de la ZEE las áreas incompatibles, para respetar el ordenamiento. Planear las medidas necesarias para que, en la vecindad de estas, los impactos de las actividades



Orden jerárquico	Instrumento	Análisis	Compatibilidad	Cumplimiento	Alternativas o procedimientos para cumplir las restricciones
	(POER, 2008)	UGAs No. 5, 7, 11, 13 y 16	compatible con las restricciones para uso industrial de las UGAs 11 y 13	industriales.	industriales y de servicios, no afecten la política establecida.
Municipal	Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatán del Sureste (2005)	De acuerdo con la CARTA SINTESIS Clave E-00b, de la Actualización del POU, publicado en la Gaceta Oficial No. 105 del Estado de Veracruz, de fecha 27 de mayo de 2005, el inmueble de la federación de la ZEE Coatzacoalcos, cuenta con usos de suelo de reserva industrial (la mayor parte), reserva ecológica productiva y reserva ecológica restrictiva y cuerpos de agua (zona sujeta a inundación, en la sección norte y sur del polígono y laguna sección norte al este).	Es compatible con los usos de las reserva industrial y reserva ecológica productiva. Es incompatible con el uso de reserva ecológica restrictiva.	La reserva ecológica restrictiva, presenta incompatibilidad en los usos para las actividades industriales	Observar en los planes maestros de la ZEEF y futuros de la ZEE las áreas incompatibles, para respetar el ordenamiento. Planear las medidas necesarias para que, en la vecindad de estas, los impactos de las actividades industriales y de servicios, no afecten la política establecida.

*Cuadro 3.71 Compatibilidad del proyecto de la ZEE y ZEEF con los OET.
Fuente: Social Value Institute*

De lo anterior, se concluye que el Proyecto de la ZEEF es compatible y cumple con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (publicado 07/09/2012) y el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (publicado 25/06/2008); la compatibilidad con la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatán del Sureste (publicado 27/05/2005), se trabaja actualmente en conjunto con la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Veracruz con la finalidad de adecuar el proyecto a las restricciones de los ordenamientos que lo deberán regir.



ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 3.1 SUPERFICIE EN EL SAR, ZEE, Y ZEEF.....	5
CUADRO 3.2 PARÁMETROS PARA CADA PLANTA TIPO DE LOS SECTORES ANCLA SELECCIONADOS PARA LA ZEE DE COATZACOALCOS.....	6
CUADRO 3.3 NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA PARA LA ZEE DE COATZACOALCOS Y ACCIONES DE POLÍTICA PÚBLICA.....	7
CUADRO 3.4 PRINCIPALES OBRAS PARA EL DESARROLLO DE LA ZEEF DE COATZACOALCOS.....	8
CUADRO 3.5 RESERVA DE LA BIÓSFERA DE LOS TUXTLAS Y ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN. CARACTERÍSTICAS.....	12
CUADRO 3.6 REGIONES PRIORITARIAS DE CONABIO.....	13
CUADRO 3.7 REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA 80. LOS TUXTLAS.....	14
CUADRO 3.8 REGIÓN MARINA PRIORITARIA 52. DELTA DEL RÍO COATZACOALCOS.....	16
CUADRO 3.9 REGIÓN MARINA PRIORITARIA 53. PANTANOS DE CENTLA LAGUNA DE TÉRMINOS.....	17
CUADRO 3.10 <i>NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES PARA LA ZEEF COATZACOALCOS EN LAS ETAPAS DE PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN</i>	22
CUADRO 3.11 ORDENAMIENTOS SOBRE EL USO DEL SUELO EN EL ÁREA QUE COMPRENEN EL SAR, LA ZEE Y LA ZEEF.....	23
CUADRO 3.12 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL PRESENTES EN EL SAR, ZEE Y ZEEF DE COATZACOALCOS.....	25
CUADRO 3.13 UGAS QUE SE UBICAN EN EL SAR, CORRESPONDIENTES AL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS.....	30
CUADRO 3.14 <i>UGAS QUE SE UBICAN EN LA ZEE, CORRESPONDIENTES AL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS</i>	32
CUADRO 3.15 SÍNTESIS DE LA SUPERFICIE Y PROPORCIÓN DE LAS UGA PRESENTES EN LA ZEE Y LA ZEEF.....	33
CUADRO 3.16 <i>PRINCIPALES HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES DEL OCÉANO ATLÁNTICO QUE SE HAN ACERCADO A COATZACOALCOS DE 1960 A 2005</i>	41
CUADRO 3.17 MUNICIPIOS CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS QUE SUFREN INUNDACIONES POR LO MENOS UNA VEZ AL AÑO.....	42
CUADRO 3.18 ZONAS URBANAS CON RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS.....	42
CUADRO 3.19. LITOLOGÍA PREDOMINANTE EN LA ZEE Y LA ZEEF.....	44
CUADRO 3.20 TIPO DE MATERIAL Y PROCESOS DOMINANTES POR REGIÓN GEOMORFOEDAFOLÓGICA EN LA CUENCA Y EL SAR.....	52
CUADRO 3.21 UNIDADES GEOMORFOEDAFOLÓGICAS CARACTERÍSTICAS DEL SAR.....	53
CUADRO 3.22 UNIDADES GEOMORFOEDAFOLÓGICAS CARACTERÍSTICAS DE LA ZEE.....	56
CUADRO 3.23 GRADO DE INUNDABILIDAD EN EL SAR, ZEE Y ZEEF (SUPERFICIE Y PROPORCIÓN).....	59
CUADRO 3.24 TIPOS DE SUELOS DOMINANTES EN EL SAR, LA ZEE Y LA ZEEF.....	62
CUADRO 3.25 ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA LA CALIDAD VISUAL DE LAS UNIDADES PAISAJÍSTICAS.....	77
CUADRO 3.26 VALORACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL POR UNIDAD PAISAJÍSTICA.....	77
CUADRO 3.27. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL SAR.....	93
CUADRO 3.28 DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE ZEEF, ZEE Y SAR Y SU PORCENTAJE DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES PRESENTES EN EL ÁREA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).....	94
CUADRO 3.29 SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA ZEEF.....	100
CUADRO 3.30 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS EN CONGLOMERADO 1 DE VEGETACIÓN ARBÓREA DE PALMAR.....	101
CUADRO 3.31 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS EN CONGLOMERADO 1 DE VEGETACIÓN ARBUSTIVA DE PALMAR.....	102
CUADRO 3.32 ÍNDICES ECOLÓGICOS (CONGLOMERADO 2) ESTRATO ARBÓREO DE SELVA MEDIANA PERENNIFOLIA EN LA ZEEF.....	103



CUADRO 3.33 ÍNDICES ECOLÓGICOS (CONGLOMERADO 2) ESTRATO ARBUSTIVO DE SELVA MEDIANA PERENNIFOLIA EN LA ZEEF.	104
CUADRO 3.34. ÍNDICES ECOLÓGICOS (CONGLOMERADO 3) ESTRATO ARBÓREO DE PASTIZAL INDUCIDO CON INDIVIDUOS ARBÓREOS AISLADOS EN LA ZEEF.	105
CUADRO 3.35 <i>ÍNDICES ECOLÓGICOS (CONGLOMERADO 3) ESTRATO ARBUSTIVO DE PASTIZAL INDUCIDO CON INDIVIDUOS ARBÓREOS AISLADOS EN LA ZEEF.</i>	106
CUADRO 3.36 UNIDADES DE MUESTREO (UM).....	111
CUADRO 3.37 VOLUMEN TOTAL ARBÓREO ESTIMADO DENTRO DE LA ZEEF.....	112
CUADRO 3.38 DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO COATZACOALCOS.....	115
CUADRO 3.39 REGISTRO EN ZEEF, ZEE Y SAR DE ANFIBIOS.	122
CUADRO 3.40 ESPECIES CON ESTATUS DE CONSERVACIÓN DE ANFIBIOS.....	122
CUADRO 3.41 REGISTRO EN ZEEF, ZEE Y SAR DE REPTILES.	122
CUADRO 3.42 ESPECIES CON ESTATUS DE CONSERVACIÓN DE REPTILES	123
CUADRO 3.43REGISTRO EN ZEEF, ZEE Y SAR DE MAMÍFEROS.....	123
CUADRO 3.44 ESPECIES CON ESTATUS DE CONSERVACIÓN DE MAMÍFEROS.....	124
CUADRO 3.45 REGISTRO EN ZEEF, ZEE Y SAR DE AVES	124
CUADRO 3.46 SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA ZEEF	126
CUADRO 3.47 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD PARA AVIFAUNA DENTRO DE LA ZEEF.....	128
CUADRO 3.48 GEOSISTEMAS CARACTERÍSTICOS DEL SAR Y LA ZEE	135
CUADRO 3.49 GEOSISTEMAS CARACTERÍSTICOS DEL SAR Y LA ZEE. CONTINUACIÓN	135
CUADRO 3.50 GEOSISTEMAS QUE CARACTERIZAN EL ZEEF.....	137
CUADRO 3.51 ACTIVIDADES GENERALES DE LA ZEE Y ZEEF COATZACOALCOS.....	149
CUADRO 3.52 VOCACIONES PRODUCTIVAS ASIGNADAS A LA ZEEF COATZACOALCOS	150
CUADRO 3.53 FACTORES AMBIENTALES E IMPACTOS DIRECTOS.....	154
CUADRO 3.54 MATRIZ DE INTERACCIONES (CAUSA-EFECTO) DE PROYECTO EN LA ZEE.	156
CUADRO 3.55 MATRIZ DE INTERACCIÓN EN LA ZEEF.....	160
CUADRO 3.56 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL COMPONENTE AGUA.....	164
CUADRO 3.57 <i>DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL COMPONENTE SUELO.</i>	165
CUADRO 3.58 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL COMPONENTE AIRE.....	167
CUADRO 3.59 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL COMPONENTE PAISAJE.....	167
CUADRO 3.60 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL COMPONENTE USO DE SUELO.....	168
CUADRO 3.61 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL COMPONENTE FLORA.....	169
CUADRO 3.62 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL COMPONENTE FAUNA.....	170
CUADRO 3.63. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POR COMPONENTES PARA LA ZEE COATZACOALCOS.....	173
CUADRO 3.64 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POR COMPONENTES PARA LA ZEEF	175
CUADRO 3.65 IMPACTOS SINÉRGICOS, RESIDUALES Y ACUMULATIVOS EN LA ZEE COATZACOALCOS.....	177
CUADRO 3.66 IMPACTOS SINÉRGICOS, RESIDUALES Y ACUMULATIVOS EN LA ZEEF COATZACOALCOS.....	179
CUADRO 3.67 OCUPACIÓN ACTUAL DEL POLÍGONO DE LA ZEEF COATZACOALCOS POLÍGONO FEDERAL.....	180
CUADRO 3.68 . CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DE LAS AFECTACIONES.....	185
CUADRO 3.69 RESUMEN DE LA CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DE LAS AFECTACIONES.....	186
CUADRO 3.70 COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.....	189
CUADRO 3.71 COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO DE LA ZEE Y ZEEF CON LOS OET.....	191

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1 COMPARATIVO DE LOS POLÍGONOS AMPLIOS ZEE DE COATZACOALCOS	4
--	---



FIGURA 3.2 INFRAESTRUCTURA HABILITADORA Y COMPLEMENTARIA CARRETERA Y FERROVIARIA.	8
FIGURA 3.3 INFRAESTRUCTURA HABILITADORA Y COMPLEMENTARIA CARRETERA Y FERROVIARIA	8
FIGURA 3.4 INFRAESTRUCTURA HABILITADORA Y COMPLEMENTARIA DE ENERGÍA Y AGUA.....	9
FIGURA 3.5 PROPUESTA GASA DE DISTRIBUCIÓN AL INTERIOR DEL POLÍGONO “CINCO DE MAYO”.....	9
FIGURA 3.6 MODERNIZACIÓN A 4 CARRILES (21 METROS DE SECCIÓN) 11.1 KM.....	10
FIGURA 3.7 TERMINAL DE USOS MÚLTIPLES LAGUNA DE PAJARITOS.	11
FIGURA 3.8 UAB 134 DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO CORRESPONDIENTE AL SAR (APROXIMACIÓN DE LA UBICACIÓN DEL SAR MARCADO EN COLOR ROJO) DE LA ZEE	24
FIGURA 3.9 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA ZEE COATZACOALCOS EN ARMONÍA CON EL PAISAJE	79
FIGURA 3.10 CONGLOMERADOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN LA ZEEF	100
FIGURA 3.11 CONGLOMERADOS DE MUESTREO ACOTADOS A LA ZEEF	101
FIGURA 3.12 CONGLOMERADO 4 PALMAR, PRESENCIA DE ATTALEA BUTYRACEA	108
FIGURA 3.13 CONGLOMERADO 5 ACAHUAL DE SELVA MEDIA CON PRESENCIA DE GANADO.....	108
FIGURA 3.14 ACAHUAL DE SELVA MEDIA COMO ZONA DE AMORTIGUAMIENTO Y BANCO DE GERMOPLASMA	109
FIGURA 3.15 CONGLOMERADOS FORESTALES EN LA ZEEF	111
FIGURA 3.16 MADRIGUERA DE ARMADILLO	127
FIGURA 3.17 PLAN MAESTRO EN TRES ETAPAS DE LA ZEEF.....	144
FIGURA 3.18 PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	146

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 3.1 Zonas de análisis para la evaluación ambiental. SAR, ZEE y ZEEF	4
Mapa 3.2 Localización de la ZEE y ZEEF	5
Mapa 3.3 Localización de Regiones hidrológicas prioritarias, con relación al SAR, ZEE y ZEEF	15
Mapa 3.4 Localización de Regiones marinas prioritarias y AICAS, con relación al SAR, ZEE y ZEEF.....	16
Mapa 3.5 Localización de Regiones terrestres prioritarias, con relación al SAR, ZEE y ZEEF.....	18
Mapa 3.6 UGAs del POER que se ubican en el SAR, con política y uso predominante decretado.....	25
Mapa 3.7 Usos del suelo en el POU de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatán del Sureste	26
Mapa 3.8. Unidades de gestión ambiental (POER con política ecológica) en la ZEE y ZEEF con política y uso predominante decretado.....	31
Mapa 3.9 UGAs del POER dentro del polígono de la ZEEF Coatzacoalcos	36
Mapa 3.10 Contraste de uso de suelo reserva industrial definido en el POU Coatzacoalcos-Nanchital- Ixhuatlán, con las UGAs del POER, donde el uso industrial es incompatible.	37
Mapa 3.11 Climas en el SAR ZEE.....	40
Mapa 3.12 Principales tipos de rocas, fracturas y zonas de actividad sísmica en el SAR ZEE Coatzacoalcos.....	43
Mapa 3.13 Riesgos naturales en el SAR	45
Mapa 3.14 Fallas y fracturas en Coatzacoalcos.....	46
Mapa 3.15 Sismos.....	47
Mapa 3.16 Peligro de licuefacción de arenas.....	48
Mapa 3.17 Erosión eólica.	49
Mapa 3.18. Unidades geomorfoedafológicas presentes en la ZEE	53
Mapa 3.19 Unidades geomorfoedafológicas presentes en la ZEE	54
Mapa 3.20 Unidades geomorfoedafológicas dentro del polígono de la ZEEF.....	58



Mapa 3.21 Niveles de inundabilidad en las unidades morfoedafológicas de la ZEE.....	59
Mapa 3.22 Peligros de inundación	60
Mapa 3.23. Suelos presentes en el SAR ZEE	61
Mapa 3.24 Tipos de suelos en la ZEE.....	63
Mapa 3.25 Esquema de la resistencia a la erosión en las unidades morfoedafológicas	64
Mapa 3.26 Hidrografía en SAR, ZEE y ZEEF.....	66
Mapa 3.27 Hidrografía en ZEE y ZEEF.....	67
Mapa 3.28 Peligro de inundación en el entorno del ZEE	68
Mapa 3.29 Hidrología en la ZEEF	69
Mapa 3.30 Escurrimientos en la dinámica hidrológica de la cuenca baja del río Coatzacoalcos.....	70
Mapa 3.31 Plataforma continental frente a las costas del SAR	74
Mapa 3.32 Evolución de la vegetación pérdida período 1976-2011 Región Olmeca	81
Mapa 3.33. Vegetación y Uso del Suelo en el SAR.	82
Mapa 3.34 Vegetación y Uso del Suelo en la ZEE.....	86
Mapa 3.35 Vegetación y Uso del Suelo en la ZEEF.....	95

