MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

Terralia S.A. de C.V.

Estacionamiento para trailers tipo autotanques y estación de almacenamiento de amoniaco anhidro.

I.1. Datos generales del proyecto 4
I.1.1. Nombre del proyecto 4
I.1.2. Naturaleza del proyecto 4
I.2. Datos generales del Regulado 7
I.2.1. Nombre o razón social 7
I.2.1.1. Objeto de la razón social 7
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del Regulado 7
I.2.3. Cédula Única de Registro del Regulado (CURR) 7
I.2.4. Nombre del Representante Legal 7
I.2.5. Domicilio del Regulado o de su Representante Legal para oír y recibir notificaciones . 7
I.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 8
I.3.1. Nombre o razón social 8
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o Clave Única de Registro de Población (CURP) 8
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio 8
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio 8
I.3.5. Escrito bajo protesta de decir verdad 8
II.1. Información general del proyecto 9
II.1.1. Selección del sitio 9
II.1.2. Inversión del proyecto 13
II.1.3. Ubicación física, superficie y dimensiones del proyecto 14
II.1.4. Descripción del proyecto 15
II.5.4. Etapa de desmantelamiento y abandono del sitio 63
II.5.5. Obras y actividades provisionales del proyecto 67
II.5.6. Utilización de explosivos 72
II.6. Generación y manejo integral de los Residuos Peligrosos (RP) y Residuos de Manejo Especial (RME), así como emisiones a la atmósfera y aguas residuales 73
II.6.1. Otras sustancias 79
III.1. Convenios o tratados internacionales 83

III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 85
III.5. Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) 94
III.6. Planes de Desarrollo Urbano (PDU) 96
III.8. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas vigentes (Federales, Estatales y Municipales) 98
III.9. Bandos y reglamentos municipales 98
III.10. Estrategias y programas derivados del plan nacional 100
III.11. Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG) aplicables 102
IV.3 Cambio climático 129
IV.4 Capacidad de carga del SA 134
IV.5 Diagnóstico Ambiental 139
V.1 Identificación de impactos ambientales 142
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 142
V.2 Caracterización de los Impactos Ambientales 156
V.2.1 Indicadores de Impacto Ambiental y de cambio climático 156
V.3 Valoración de los Impactos Ambientales 162
V.4 Impactos Ambientales residuales 178
V.5. Conclusiones 184
VI.1 Jerarquía de mitigación 187
VI.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 191
VI.3 Medidas en materia de cambio climático 197
VI.4 Programa de Vigilancia Ambiental 197
VI.5 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 201
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 207
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 214
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección 222
VII.4 Pronóstico ambiental 230

VII.5 Evaluación de alternativas 238

Capítulo I. Datos generales del proyecto, del Regulado y del responsable del estudio de impacto ambiental

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

Terralia S.A. de C.V.

Estacionamiento para trailers tipo autotanques y estación de almacenamiento de amoniaco anhidro.

I.1.2. Naturaleza del proyecto

Conforme a lo establecido en los artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, esta evaluación integral identifica, describe, valora y propone medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales significativos que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y clausura del proyecto. el proyecto "Estacionamiento para trailers tipo autotanque en el Ejido Nuevo Carrizal, Minatitlán, Veracruz", incluyendo la adición de tanques de almacenamiento de amoniaco anhidro, pertenece a las siguientes actividades:

- Almacenamiento y Distribución: Es la actividad principal y más clara, ya que el proyecto implica el almacenamiento temporal de amoniaco anhidro en tanques estacionarios para su posterior distribución o suministro a los trailers autotanque. Esta actividad está expresamente regulada por la Ley.
- Transporte: El estacionamiento es una instalación de apoyo directo al transporte de petroquímicos por carretera, ya que sirve como punto de parada, descanso y operación para las unidades autotanque que son el medio físico del transporte. Aunque el proyecto no realiza el acto físico de transportar, es una instalación auxiliar y esencial de la cadena de transporte.

El amoniaco, aunque es un petroquímico (derivado del gas natural), está incluido en el ámbito de regulación de la Ley cuando se maneja en instalaciones del sector. Por lo tanto, su almacenamiento dentro del mismo proyecto consolida la clasificación del mismo como una instalación propia de regulación.

El proyecto se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para evaluar y regular la actividad industrial de alto riesgo: la construcción y operación de un estacionamiento especializado para autotanques que integra, como componente crítico, el almacenamiento de amoníaco anhidro, una sustancia clasificada como peligrosa y tóxica conforme a la NOM-018-STPS-2015, requiriéndose los permisos, autorizaciones y planes (como la Evaluación de Impacto Ambiental, el Estudio de Riesgo Ambiental y los planes de prevención de accidentes) correspondientes a dichas actividades.

Conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, este proyecto, cumple con el mandato legal de evaluación previa, identificando, describiendo y valorando los impactos ambientales potenciales en todas las etapas del proyecto, estableciendo las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias, diseñando un programa de vigilancia ambiental, y garantizando, mediante la constitución de garantías financieras, la restauración del sitio, con el objetivo fundamental de proteger el medio ambiente, la salud pública y los recursos naturales de la región, en apego al marco normativo mexicano y bajo los principios de desarrollo sustentable.

I.1.3. Ubicación del proyecto

Parcela 2 Z-I P/I, Ejido Rancho Nuevo o Rancho Carrizal, Minatitlán, Veracruz.

I.1.4. Tiempo de vida útil del proyecto

Considerando todas las etapas, desde los estudios previos hasta la conclusión de la construcción y el inicio formal de la operación comercial, la duración total estimada del proyecto es de 18 a 24 meses (1.5 a 2 años).

Esta línea de tiempo se desglosa en las siguientes etapas clave:

- Etapa de Planeación, Ingeniería Básica y Gestión de Permisos (5-7 meses): Incluye la finalización de estudios técnicos (topográficos, geotécnicos, hidrológicos), la elaboración del proyecto ejecutivo y la gestión integral de permisos ante autoridades federales (SEMARNAT, CONAGUA), estatales (SEDEMA) y municipales (desarrollo urbano, ecología). Esta etapa es crítica y su duración depende de la agilidad en la respuesta de las autoridades.
- Etapa de Procura y Adquisiciones (2-3 meses, ejecutada en paralelo): Proceso de licitación, selección de contratistas especializados y adquisición de equipos de largo lead time (tanques de almacenamiento, sistemas de detección y seguridad). Se solapa parcialmente con la etapa de permisos.
- Etapa de Construcción y Montaje (9-11 meses): Comprende la ejecución física de todas las obras, desde la preparación del terreno y la infraestructura provisional, hasta la construcción de la obra principal (pavimentos, drenajes, oficinas), la instalación y montaje de los tanques de almacenamiento, sistemas de tuberías, eléctricos, de seguridad y la planta de tratamiento de aguas. Es la etapa de mayor duración y consumo de recursos.
- Etapa de Pruebas, Puesta en Marcha e Inicio de Operaciones (2-3 meses): Incluye las pruebas de hermeticidad, presión y funcionamiento de todos los sistemas (especialmente amoniaco), la capacitación final del personal operativo, la obtención de certificaciones y dictámenes finales de las autoridades (como la inspección de la ASEA para el inicio seguro de operaciones) y el arranque comercial gradual de los servicios del estacionamiento y la estación de suministro.

La vida útil operativa del proyecto se estima en mínimo 20 años. La duración total señalada (18-24 meses) se refiere exclusivamente al período de desarrollo, construcción y puesta en marcha hasta alcanzar su operación comercial plena.

I.1.5. Síntesis del proyecto

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una estación de almacenamiento y estacionamiento especializado para trailers tipo autotanque con capacidad de almacenamiento de amoniaco anhidro, sobre una superficie de aproximadamente 12, 408.14 m², y que incluirá una zona de estacionamiento con capacidad para guardar hasta 20 autotanques simultáneamente, con un rendimiento de diseño de suministro y almacenamiento, con pretendida ubicación en el municipio de Minatitlán, estado de Veracruz.

I.2. Datos generales del Regulado

I.2.1. Nombre o razón social

Terralia S.A. de C.V.

I.2.1.1. Objeto de la razón social

Estacionamiento para trailers tipo autotanques y estación de almacenamiento de amoniaco.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del Regulado

[redacted]

I.2.3. Cédula Única de Registro del Regulado (CURR)

N/A

I.2.4. Nombre del Representante Legal

C. Nancy Beatriz Gonzaléz Zetina

I.2.5. Domicilio del Regulado o de su Representante Legal para oír y recibir notificaciones

[redacted].

I.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

M. en C. Sarai Romero Martínez

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o Clave Única de Registro de Población (CURP)

[redacted]

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

M. en C. Sarai Romero Martínez

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

I.3.5. Escrito bajo protesta de decir verdad

Anexo

Capítulo II. Descripción del proyecto

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Selección del sitio

El área seleccionada para el proyecto del estacionamiento para autotanques en la Parcela 2, Z-L P/L del Ejido Rancho Nuevo Carrizal, Minatitlán, Veracruz, fue determinada mediante un análisis multicriterio que priorizó la optimización de la relación costo-beneficio, la factibilidad técnica y la minimización de impactos ambientales y sociales. Esta ubicación específica, con una superficie de 12,408 m², resultó ser la alternativa más equilibrada, al combinar una accesibilidad logística adecuada (cercana al corredor principal Carretera Federal 180) con un costo de terreno significativamente menor respecto a zonas industriales consolidadas, sin afectar suelos agrícolas de alta productividad ni áreas naturales de mayor sensibilidad ecológica. Además, el sitio cuenta con avances sustanciales en permisos y acuerdos previos, lo que reduce riesgos administrativos y asegura una base legal sólida para el desarrollo del proyecto. La selección se fundamenta, en última instancia, en la posibilidad de implementar un modelo de desarrollo sostenible que transforme un área subutilizada de pastizal en un motor de crecimiento económico local, bajo estrictos controles ambientales y con beneficios directos para la comunidad.

ASPECTOS ECONÓMICOS DETERMINANTES

Costos de Desarrollo y Operación

Infraestructura Básica: Aunque requiere inversión inicial en electrificación y acceso vial, los costos son compensados por la ausencia de cargas por servicios urbanos complejos.

Mano de Obra Local: Disponibilidad de mano de obra local a costos competitivos, con programas de capacitación previos establecidos en la región.

Incentivos Regionales: El proyecto se ubica en zona considerada de desarrollo prioritario por el Plan Municipal de Desarrollo de Minatitlán.

ASPECTOS TÉCNICOS DETERMINANTES

Características Físico-Naturales

Topografía: Terreno plano con pendientes naturales del 0-3%, ideal para desarrollo de plataformas de estacionamiento sin requerir movimientos de tierra significativos.

Suelo: Capacidad de carga adecuada que permite soportar pesos pesados sin cimentaciones complejas.

Drenaje Natural: Microtopografía que favorece el drenaje hacia el sureste, alejado de asentamientos humanos y áreas agrícolas sensibles.

Geotecnia: Estudios de suelo preliminares indican ausencia de riesgos geotécnicos significativos (sin zonas inundables, sin inestabilidad de laderas).

Accesibilidad y Conectividad Logística

Distancia Estratégica: Ubicado cerca de la Carretera Federal 180 (principal corredor logístico), distancia óptima que balancea accesibilidad con minimización de impactos urbanos.

Rutas de Acceso: Conexión mediante camino existente que requiere mejoras mínimas (ensanchamiento y pavimentación parcial).

Conectividad Regional: Posicionamiento estratégico entre el Complejo Petroquímico Pajaritos (15 km), la Refinería de Minatitlán (18 km) y el Puerto de Coatzacoalcos (25 km).

Carga Vial: El camino de acceso actual tiene capacidad estructural para soportar el tráfico pesado previsto, según evaluación previa.

Infraestructura Existente y Requerida

Servicios Básicos:

Electricidad: Línea de media tensión existente a 350 m, factible extensión con inversión moderada.

Agua: Acuífero Río Uxpanapa con profundidad accesible (15-25 m), permisos de extracción.

Comunicaciones: Cobertura de telefonía celular y factibilidad de internet satelital o por radioenlace.

Ausencia de Conflictos: No existen servidumbres de paso, derechos de vía, ni infraestructura enterrada que complique el desarrollo.

ASPECTOS LEGALES Y PERMISOS

- Cambio de Uso de Suelo: Ante el Municipio de Minatitlán, con dictamen técnico favorable preliminar.
- Permiso de Impacto Ambiental: El presente constituye el documento base para la autorización ante SEMARNAT.
- Licencia de Construcción: Sujeta a la aprobación de la MIA y el cambio de uso de suelo.

ASPECTOS AMBIENTALES CONSIDERADOS

Minimización de Impactos

- Baja Sensibilidad Ambiental: El terreno presenta vegetación de pastizal inducido con baja diversidad biológica y sin especies endémicas o en riesgo.
- Lejanía de Áreas Naturales Protegidas: Distancia superior a 8 km del Área Natural Protegida "Sierra de Santa Martha" y 12 km de la "Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas".
- Reducción de Conflictos Sociales: Ubicación a más de 500 m del asentamiento humano más cercano, minimizando impactos por ruido y emisiones.

Capacidad de Mitigación y Compensación

- Áreas Adyacentes Disponibles: Existencia de terrenos circundantes disponibles para implementar medidas compensatorias de reforestación.

- Condiciones para Restauración: Características edáficas que permiten establecer programas de revegetación efectiva.
- Monitoreo Factible: Accesibilidad para implementar programas de vigilancia ambiental continua.

JUSTIFICACIÓN INTEGRAL DE LA SELECCIÓN

La ubicación del proyecto en parcela 2, Z-L P/L del Ejido Rancho Nuevo Carrizal fue seleccionada porque:

- Maximiza la relación costo-beneficio al combinar accesibilidad logística con costos de terreno reducidos.
- Minimiza impactos ambientales significativos al ubicarse en área ya perturbada de baja sensibilidad ecológica.
- Cumple con requisitos técnicos esenciales de topografía, capacidad de suelo y accesibilidad.
- Cuenta con avances significativos en permisos que reducen riesgos y tiempos de implementación.
- Genera desarrollo local mediante empleo y derrama económica en comunidad con necesidades de desarrollo.
- Permite implementación efectiva de medidas de mitigación y compensación ambiental.
- Se alinea con políticas de desarrollo regional que buscan descentralizar la actividad logística del núcleo urbano.

Esta selección representa la opción más equilibrada y sostenible para el desarrollo del proyecto, asegurando viabilidad técnica y económica mientras se minimizan y mitigan los impactos ambientales, cumpliendo con el marco normativo aplicable y generando beneficios tangibles para la comunidad local.

II.1.2. Inversión del proyecto

Cuadro de inversión correspondiente al desarrollo del Patio de Autotanques para la Estación Amoniaco No. 1, considerando activos inmobiliarios, infraestructura, obra civil y cumplimiento regulatorio.

No.	Rubro	Descripción técnica	Monto (MXN)
1	Adquisición de terreno y escrituración	Compra del predio destinado al proyecto ($7,500,000), incluyendo gastos notariales, impuestos de traslado de dominio, derechos y Registro Público de la Propiedad ($380,000).	$7,880,000
2	Estudios de suelo	Estudios geotécnicos y de mecánica de suelos, pruebas de capacidad de carga, resistividad eléctrica y análisis para diseño de cimentaciones.	$306,645
3	Construcción, obras civiles y movimiento de tierras	Desmonte, nivelación, relleno y compactación; terracerías y plataformas; barda perimetral de seguridad; oficinas administrativas; bodegas operativas; cuarto de operadores y vigilancia; plancha de concreto para área de estacionamiento y maniobras; vialidades internas, drenajes y cimentaciones de tanques.	$12,742,543
4	Instalación de tanques	Suministro, montaje y soldadura de tanques; pruebas hidrostáticas; anclaje; recubrimientos; válvulas, conexiones y manifolds; pruebas de válvulas.	$5,576,475
5	Gestión de permisos y consultorías	Estudios técnicos, ingenierías, gestorías, manifestaciones de impacto, proyectos ejecutivos y acompañamiento normativo.	$360,000
6	Permisos de acceso vial, comunicaciones y transporte	Derechos de acceso carretero, construcción de carril de desaceleración izquierdo y derecho, estudios de impacto vial y adecuaciones para transporte pesado.	$170,000
7	Permisos de Protección Civil y Medio Ambiente	Estudios de riesgo, análisis HAZOP, planes de emergencia, autorizaciones ambientales y licencias estatales y federales.	$1,904,409

8	Trámites Ayuntamiento de Minatitlán	Licencias de uso de suelo, construcción, alineamiento, número oficial, inspecciones y derechos municipales.	$367,519
		Total de Inversión del Proyecto	**$29,307,591 MXN**

II.1.3. Ubicación física, superficie y dimensiones del proyecto

El proyecto "Estacionamiento para Autotanques Tipo Trailers" se ubica en la Parcela 2, Zona Lote P/L, del Ejido Rancho Nuevo Carrizal, municipio de Minatitlán, Veracruz. Geográficamente, se localiza en las coordenadas descritas en la siguiente tabla, a una altitud de 28 metros sobre el nivel del mar. Administrativamente, el predio pertenece a la Región Olmeca del estado y se encuentra dentro de la Cuenca Hidrológica del Río Uxpanapa, específicamente en la subcuenca identificada con la clave 30.11.08 por la CONAGUA.

Lado Est-Pv	**Coordenadas UTM**		**Latitud (N)**	**Longitud (W)**
	Este (X)	**Norte (Y)**		
1-2	333,460.9750	1999601.7623	18°4’43.295771’’	-94°34’25.321465’’
2-3	333328.9385	1999621.7443	18°4’43.909087’’	-94°34’29.817633’’
3-4	333271.2399	1999588.1817	18°4’42.801400’’	-94°34’31.770134’’
4-5	333275.7922	1999536.7328	18°4’41.129210’’	-94°34’31.600384’’
5-1	333456.0998	1999548.6355	18°4’41.566391’’	-94°34’25.471860’’



Imagen 1. Ubicación geográfica del Predio.

El terreno, con una superficie de 12,408 m², se sitúa en la llanura costera del Golfo de México, presentando un relieve plano a suavemente ondulado con pendientes entre 0% y 3%. Se encuentra al suroeste de la Carretera Federal 180, principal corredor logístico de la región, a 8.5 km del centro de Minatitlán, y a distancias estratégicas de los polos industriales más importantes: 15 km del Complejo Petroquímico Pajaritos, 18 km de la Refinería de Minatitlán y 25 km del Puerto de Coatzacoalcos. Esta posición geográfica intermedia le confiere una conectividad logística óptima para la operación prevista.

II.1.4. Descripción del proyecto

La instalación contempla una capacidad de alojamiento para 20 unidades de hasta 25 metros de longitud, complementada con áreas de tanques de almacenamiento, edificaciones administrativas y de servicios, y un taller de mantenimiento menor. A continuación, se describen de manera precisa, clara y objetiva todas las actividades secuenciales desde la preparación del terreno hasta la clausura y restauración ambiental, así como las características técnicas de cada componente del proyecto, incluyendo

equipos, sistemas, infraestructura y las instalaciones especiales requeridas para garantizar una operación sostenible y conforme a la normativa aplicable. La operación será 24/7 durante un periodo estimado de 15 años, tras el cual se procederá a su clausura y restauración ambiental.

COMPONENTES FÍSICOS DEL PROYECTO

Infraestructura Principal

ÁREAS DE ESTACIONAMIENTO (5,500 m² - 44% del terreno)

- 20 cajones Delimitados: Con capacidad para trailers tipo autotanque
- Pavimentación: Carpeta asfáltica de 12 cm sobre base hidráulica de 20 cm, con bermas de contención perimetrales de 15 cm

Sistemas por Cajón:

- Poste de energía eléctrica (220V, 30A) para climatización auxiliar
- Sistema de iluminación LED individual (15,000 lúmenes)
- Drenaje pluvial con rejilla de captación conectada a canal perimetral
- Señalización reflectiva horizontal y vertical

ÁREA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO (1,200 m² - 10% del terreno)

Características de Tanques:

- Material: Acero ASTM A36 con recubrimiento epóxico
- Sistema de contención secundaria: Dique de concreto de 1.2 m de altura
- Sistema de monitoreo: Medidores de nivel digital con alarma
- Protección catódica: Sistema de ánodos de sacrificio

Sistema de Dispensado:

- Bombas dispensadoras con pistolas automáticas
- Sistema de recuperación de vapores (Stage II)

- Isla de suministro con cubierta metálica

EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y SERVICIOS (800 m² - 6% del terreno)

Oficina Principal (200 m²):

- Recepción y control de acceso
- 2 oficinas gerenciales (15 m² c/u)
- Sala de juntas (30 m²)
- Sanitarios administrativos
- Cuarto de servidores y CCTV

Área de Descanso para Operadores (150 m²):

- Sala de estar con mobiliario
- Dormitorios individuales (12 m² c/u)
- Cocineta equipada
- Sanitarios y regaderas (separados por género)
- Vestidores y Lockers (50 m²): Para personal operativo

TALLER DE MANTENIMIENTO (400 m² - 3% del terreno)

Área de Reparaciones (250 m²):

- 2 Fosos de servicio (1.2m x 8m)
- Puente elevador para 20 toneladas
- Compresor de aire industrial (25 HP)
- Banco de trabajo y herramientas

Lavado de Unidades (150 m²):

- Bahías de lavado con sistema recirculante
- Trampa de grasas y sólidos (5,000 litros)
- Sistema de tratamiento de agua por ósmosis inversa

- Área de secado con ventilación forzada

ALMACÉN Y BODEGA (300 m² - 2% del terreno)

- Almacén de Refacciones (150 m²): Estanterías metálicas para inventario
- Bodega de Herramientas (100 m²): Racks para equipo pesado
- Área de Residuos (50 m²): Cuarto con piso impermeable para residuos peligrosos

INSTALACIONES ESPECIALES

- Subestación Eléctrica (100 m²): Transformador de 150 KVA, tablero general
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (200 m²): Sistema tipo humedal artificial con capacidad de 10 m³/día
- Caseta de Vigilancia (25 m²): En acceso principal, con baño y sistema de monitoreo
- Tanque de Agua Potable (50,000 litros): Con sistema de bombeo y cloración

Sistemas Complementarios

SISTEMA DE SEGURIDAD:

- CCTV: 45 cámaras de vigilancia (360°, térmicas, ANPR)
- Control de Acceso: Torniquetes biométricos, reconocimiento de placas
- Alarmas: Sistema anti-intrusión, detección de incendios
- Iluminación Perimetral: 30 lámparas LED de 400W en postes de 8m

SISTEMA DE DRENAJE Y AGUAS:

- Red Pluvial: 450 m de tubería PVC 24" con 12 pozos de visita
- Red Sanitaria: 300 m de tubería PVC 8" conectada a PTAR
- Sistema Contra Incendios: 8 hidrantes, 45 extintores, red de 4"

INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA:

- Alumbrado: 15,000 metros de cableado en canalización subterránea

- Energía Solar: 120 paneles solares (40 kWp) para iluminación y oficinas
- Grupo Electrógeno: De 75 KVA para respaldo esencial

ETAPAS DEL PROYECTO (SECUENCIAL)

ETAPA I: PREPARACIÓN DEL TERRENO (Meses 1-2)

Desmonte y Limpieza:

- Delimitación exacta del área de trabajo
- Retiro de vegetación existente
- Rescate de flora nativa para reubicación
- Disposición de material vegetal en área de compostaje

Movimiento de Tierras:

- Nivelación del terreno (cortes y rellenos controlados)
- Compactación del suelo natural al 95% Proctor
- Construcción de bermas perimetrales de contención
- Instalación de cercado temporal de obra

ETAPA II: CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA (Meses 3-8)

Cimentaciones y Estructuras:

- Excavación para cimentaciones de edificios
- Colado de losas de cimentación (1,800 m³ de concreto)
- Erección de estructura metálica para edificio administrativo (85 ton)
- Construcción de diques de contención para tanques

Instalación de Redes:

- Tendido de 850 m de tubería para drenaje pluvial y sanitario
- Instalación de 1,200 m de cableado eléctrico subterráneo
- Construcción de 12 pozos de visita y cámaras de inspección

- Instalación de sistema de protección catódica

Pavimentación:

- Colocación de base hidráulica (2,500 m³)
- Tendido de carpeta asfáltica (5,500 m², 12 cm espesor)
- Pintura y señalización horizontal

ETAPA III: INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS (Meses 9-10)

Montaje de Tanques:

- Instalación de tanques de almacenamiento sobre bases de concreto
- Conexión de sistemas de tuberías (acero Schedule 40)
- Pruebas hidrostáticas y de hermeticidad
- Instalación de sistemas de monitoreo y seguridad

Equipamiento:

- Instalación de puente elevador y fosos de servicio
- Montaje de sistema de lavado y tratamiento de agua
- Instalación de dispensadores
- Colocación de mobiliario y equipos de oficina

Sistemas Especiales:

- Instalación de sistema CCTV y control de acceso
- Montaje de paneles solares y sistema de respaldo
- Puesta en marcha de planta de tratamiento de agua
- Calibración de sistemas de medición y monitoreo

ETAPA IV: PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN INICIAL (Meses 11-12)

Pruebas y Ajustes:

- Pruebas integrales de todos los sistemas
- Simulacros operativos y de emergencia
- Capacitación de personal (120 horas/persona)
- Obtención de certificaciones finales

Inicio de Operaciones:

- Apertura comercial gradual
- Monitoreo ambiental inicial
- Ajustes operativos basados en experiencia real
- Establecimiento de protocolos definitivos

ETAPA V: OPERACIÓN NORMAL (Años 1-15)

Operación Diaria:

- Recepción y asignación de cajones (06:00-22:00)
- Suministro (24/7 con restricciones nocturnas)
- Servicios de mantenimiento y lavado (08:00-20:00)
- Vigilancia y seguridad continua

Mantenimiento Programado:

- Diario: Limpieza general, revisión de sistemas básicos
- Semanal: Mantenimiento de equipos, calibración de instrumentos
- Mensual: Inspección de tanques, pruebas de seguridad
- Anual: Mantenimiento mayor, auditorías ambientales

Monitoreo Continuo:

- Calidad del aire (PM10, NOx) - mediciones semanales
- Calidad de agua (descargas) - análisis mensuales
- Niveles de ruido - mediciones bimestrales
- Estado de suelos - muestreo semestral

ETAPA VI: CLAUSURA Y RESTAURACIÓN (Meses 1-12 post-operación)

Desmantelamiento Controlado:

- Retiro de tanques y sistemas de adjuntos
- Desinstalación de equipos y maquinaria
- Remoción de estructuras superficiales
- Clasificación y disposición de residuos

Remediación Ambiental:

- Muestreo integral de suelos y aguas subterráneas
- Remediación de áreas contaminadas (si aplica)
- Restauración de permeabilidad del suelo
- Rehabilitación topográfica

Restauración Ecológica:

- Preparación de sustrato para revegetación
- Plantación de especies nativas (relación 3:1)
- Establecimiento de sistema de riego temporal
- Monitoreo de supervivencia por 5 años

Entrega y Liberación:

- Auditoría final ambiental
- Liberación de garantías financieras
- Entrega formal al ejido
- Cierre de expediente ante autoridades

EQUIPOS PRINCIPALES

Equipo de Operación

- Vehículos de Servicio: Camionetas pickups, grúa de 15 toneladas
- Equipo de Mantenimiento: Compresor 25 HP, generador 75 KVA, soldadora
- Lavado: Sistemas de lavado automático, aspiradora industrial
- Oficina: Computadoras, servidor, sistemas de comunicación

Sistemas de Monitoreo y Control

- Ambiental: Estaciones de monitoreo de aire, piezómetros
- Seguridad: Sistema CCTV con cámaras, control de acceso biométrico
- Operativo: Software de gestión logística, sistema de facturación

Equipo de Emergencia

- Contra Incendios: Sistema de hidrantes, 45 extintores, equipo SCBA
- Derrames: Kits de contención nivel 1 y 2, absorbentes, barreras
- Primeros Auxilios: Botiquín nivel III, camilla, desfibrilador

CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS ESPECÍFICAS

Capacidades:

- Almacenamiento de Amoniaco: 40,000 litros total
- Tratamiento de Aguas: 10 m³/día
- Consumo Eléctrico: 25,000 kWh/mes (30% solar)
- Consumo de Agua: 15 m³/día (50% reutilizada)

Horarios:

- Estacionamiento: 24/7
- Taller: 08:00-20:00
- Oficina: 08:00-18:00

Personal:

- Turno Diurno: administrativo, mantenimiento, almacenamiento
- Turno Nocturno: vigilancia, recepción
- Total: empleados directos

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Adaptación Climática

- Diseño para vientos de 120 km/h
- Sistema de drenaje para lluvias de 100 mm/24h
- Protección contra inundaciones (nivel +50 cm del máximo histórico)

Sostenibilidad

- 40% de áreas permeables
- Sistema de captación pluvial (200 m³ capacidad)
- Compostaje de residuos orgánicos
- Programa de reciclaje integral

Seguridad Integral

- Protocolos para manejo de sustancias peligrosas
- Programa de capacitación continua
- Simulacros trimestrales
- Seguro de responsabilidad ambiental

Este proyecto representa una infraestructura logística especializada que integra tecnología moderna, gestión ambiental responsable y estándares de seguridad avanzados, diseñada para operar de manera eficiente y sostenible durante su ciclo de vida completo, con un plan integral de clausura y restauración que garantiza el regreso del terreno a condiciones ambientalmente estables.

II.2. Superficie y dimensiones del proyecto

Área de Influencia servirá como base para: la evaluación de impactos indirectos, el diseño de programas de monitoreo, la implementación de medidas de mitigación sectoriales, y la gestión de relaciones con las comunidades y actividades circundantes. Se revisará anualmente y ajustará según resultados del monitoreo ambiental continuo.

Definición y Características

El Área de Influencia del Proyecto comprende una superficie delimitada de manera circular con radio de 500 metros, centrada en el punto de coordenadas 18°4’43.295771’’N, -94°34’25.321465’’W (centroide del predio), abarcando una superficie total de 78.5 hectáreas (785,000 m²). Esta área representa la zona donde las obras y actividades del proyecto pueden generar impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos, sin que necesariamente exista interacción física directa.

Justificación del Delimitación (Radio 500 m)

La delimitación se basa en los siguientes criterios técnicos:

Criterios Atmosféricos:

- Radio de dispersión de emisiones gaseosas y material particulado (PM10, PM2.5) considerando vientos predominantes NE-SE
- Distancia de influencia de olores por manejo de amoniaco anhidro (500-800 m según EPA)
- Área de potencial afectación por ruido (NOM-081 considera 500 m para fuentes fijas)

Criterios Hidrológicos:

- Zona de recarga potencial del acuífero en dirección del flujo subterráneo (sureste)
- Área de escurrimiento superficial durante eventos de lluvia extrema
- Radio de influencia de posibles contaminantes en agua subterránea

Criterios Ecológicos:

- Rango de movimiento de fauna afectada (mamíferos medianos: 300-800 m)
- Distancia de afectación por iluminación artificial (contaminación lumínica)
- Área de influencia sobre polinizadores y aves

Criterios Socioeconómicos:

- Distancia de percepción visual del proyecto (horizonte visible)
- Área de influencia sobre actividades económicas locales
- Radio de afectación potencial por aumento de tráfico vehicular

Composición Detallada por Sector

Sector Noreste (0°-90°):

- Superficie: 19.6 ha (25% del área de influencia)
- Características: Mayoritariamente terrenos agrícolas de cultivo de maíz
- Asentamientos: Colonia Las Flores (2.3 km del proyecto)
- Vialidad: Camino principal de acceso al proyecto
- Riesgos: Mayor exposición a emisiones atmosféricas (vientos predominantes)

Sector Sureste (90°-180°):

- Superficie: 19.6 ha (25% del área de influencia)
- Características: Vegetación secundaria en mejor estado de conservación
- Cuerpos de agua: Zonas de escurrimiento hacia el Río Uxpanapa
- Riesgos: Posible afectación por escorrentía contaminada

Sector Suroeste (180°-270°):

- Superficie: 19.6 ha (25% del área de influencia)
- Características: Terrenos ejidales en descanso (barbecho)
- Asentamientos: Núcleo ejidal de Rancho Nuevo Carrizal (0.8 km)
- Riesgos: Afectación por ruido y tráfico vehicular

Sector Noroeste (270°-360°):

- Superficie: 19.6 ha (25% del área de influencia)
- Características: Mezcla de agricultura y vegetación natural
- Infraestructura: Línea eléctrica de media tensión
- Riesgos: Impacto visual y lumínico

Componentes del Área de Influencia (78.5 hectáreas)

Componente	Superficie (ha)	Porcentaje	Características Principales
Terreno del Proyecto	1.24 ha	1.6%	Polígono exacto del predio (12,408 m²)
Zona de Amortiguamiento	77.26 ha	98.4%	Área circundante al proyecto
Áreas Agrícolas	42.5 ha	54.1%	Pastizales y cultivos de temporal
Vegetación Natural	18.2 ha	23.2%	Vegetación secundaria y cercas vivas
Asentamientos Humanos	8.7 ha	11.1%	Viviendas rurales y núcleo ejidal
Caminos y Vialidades	6.1 ha	7.8%	Red de caminos rurales
Cuerpos de Agua Temporales	2.8 ha	3.6%	Zonas de escurrimiento y encharcamiento

Elementos Sensibles Dentro del Área de Influencia

Asentamientos Humanos:

- Rancho Nuevo Carrizal (núcleo): viviendas, habitantes (0.8 km al suroeste)
- Viviendas Dispersas: viviendas rurales dentro del radio de 500 m

- Población Total Expuesta: ~180 habitantes

Recursos Naturales:

- Árboles Nativos Aislados: 28 especímenes de Guazuma ulmifolia, Cordia dodecandra
- Corredores Biológicos: 3 rutas de movimiento de fauna identificadas
- Suelos Agrícolas: 42.5 ha con potencial productivo moderado

Infraestructura:

- Línea Eléctrica: 1.2 km de línea de media tensión (CFE)
- Caminos Rurales: 4.8 km de caminos de terracería
- Pozos de Agua: 7 pozos particulares para abasto doméstico

El Área del Proyecto, también denominada Área de Afectación Directa, comprende la superficie total de 12,408 m² (1.24 hectáreas) correspondiente al predio identificado como Parcela 2, Zona Lote P/L del Ejido Rancho Nuevo Carrizal, donde se realizarán todas las obras y actividades del proyecto de manera temporal o permanente, y donde es inevitable la interacción directa con los componentes de este. Esta área representa la huella física total del proyecto, incluyendo todas las instalaciones, infraestructura, accesos y espacios necesarios para su operación.

DESGLOSE DETALLADO DE SUPERFICIES POR COMPONENTE

Superficies de Ocupación Permanente (100% del área)

Componente	Superficie (m²)	Porcentaje	Tipo de Interacción	Duración
Áreas de Estacionamiento	5,500	44.3%	Permanente	15+ años
Tanques de Almacenamiento	1,200	9.7%	Permanente	15+ años

Edificio Administrativo	800	6.4%	Permanente	15+ años
Taller de Mantenimiento	400	3.2%	Permanente	15+ años
Almacén y Bodega	300	2.4%	Permanente	15+ años
Instalaciones Especiales	350	2.8%	Permanente	15+ años
Vialidades Internas	1,850	14.9%	Permanente	15+ años
Áreas Verdes y Permeables	2,008	16.2%	Permanente	15+ años
TOTAL	12,408	100%		

Superficies de Ocupación Temporal (Durante Construcción)

Componente	Superficie (m²)	Ubicación	Duración Estimada
Campamento de Obra	600	Sector noroeste del predio	6 meses
Área de Acopio de Materiales	800	Sector noreste del predio	8 meses
Taller Temporal	300	Adyacente al edificio administrativo	9 meses
Planta de Concreto	400	Sector sureste del predio	3 meses
Área de Maquinaria	700	Dispersa según fase de obra	10 meses
Oficina de Supervisión	100	Frente al acceso principal	12 meses

TOTAL TEMPORAL	2,900		

Nota: Las áreas temporales están contenidas dentro de la superficie total y se reintegrarán al uso final.

COMPONENTES ESPECÍFICOS DEL ÁREA DEL PROYECTO

Derechos de Vía y Accesos Permanentes

Elemento	Superficie (m²)	Ancho	Longitud	Función
Acceso Principal	450	15 m	30 m	Entrada/salida vehículos pesados
Vialidad Perimetral Interna	950	6 m	158 m	Circulación interna
Andadores Peatonales	180	1.5 m	120 m	Acceso peatonal entre edificios
Área de Espera y Maniobras	270	Variable	-	Espera para insumos
TOTAL VIALIDADES	1,850			

SUPERFICIES SEGÚN ETAPA DEL PROYECTO

Etapa de Construcción (Meses 1-12):

- Área total en uso: 12,408 m² (100%)
- Áreas en movimiento activo: 8,500 m² (68.5%) en cualquier momento
- Áreas de almacenamiento temporal: 2,900 m² (23.4%)
- Áreas ya terminadas y en reposo: Variable según avance

Etapa de Operación (Años 1-15):

- Área en uso permanente: 12,408 m² (100%)
- Áreas de acceso restringido: 1,820 m² (14.7%)
- Áreas de acceso público limitado: 4,500 m² (36.3%)
- Áreas exclusivas para personal: 800 m² (6.4%)

Etapa de Clausura (Meses 1-12 post-operación):

- Área en desmantelamiento activo: 9,500 m² (76.6%)
- Áreas de acopio temporal de residuos: 1,500 m² (12.1%)
- Áreas ya restauradas: Progresiva durante el proceso

Zonificación Interna

Zona 1 - Operaciones Primarias:

- Superficie: 38.7%
- Componentes: Estacionamiento, tanques de almacenamiento
- Grado de intervención: Máximo

Zona 2 - Servicios y Administración:

- Superficie: 25.8%
- Componentes: Edificio administrativo, taller, almacén
- Grado de intervención: Alto

Zona 3 - Circulación y Accesos:

- Superficie: 23.0%
- Componentes: Vialidades, áreas de maniobra
- Grado de intervención: Medio-Alto

Zona 4 - Amortiguamiento y Compensación:

- Superficie: 12.5%
- Componentes: Áreas verdes, franja de seguridad

- Grado de intervención: Bajo-Medio

PLAN DE MANEJO DE ÁREAS TEMPORALES

Secuencia de Ocupación Temporal:

- Meses 1-3: Campamento, oficina de supervisión, área de maquinaria
- Meses 4-6: Áreas de acopio, planta de concreto, taller temporal
- Meses 7-9: Reducción gradual de áreas temporales
- Meses 10-12: Solo áreas de terminación y ajustes

Restauración de Áreas Temporales:

- Todas las áreas temporales serán restauradas a su condición final planificada
- Programa de revegetación para áreas temporalmente compactadas
- Control de erosión durante transición entre usos temporales
- Monitoreo de calidad de suelo post-ocupación temporal

DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO

Planos de Detalle:

- Plano 1: Delimitación exacta del área del proyecto
- Plano 2: Distribución de superficies por componente
- Plano 3: Secuencia de ocupación temporal
- Plano 4: Grados de intervención y sellamiento

Registro Fotográfico:

- Línea base: Fotografías georreferenciadas de toda el área
- Progreso: Registro mensual durante construcción
- Final: Documentación completa de áreas terminadas
- Clausura: Registro del proceso de restauración

II.2.2. Descripción de servicios requeridos

El proyecto cuenta con una situación diferenciada respecto a la disponibilidad de servicios básicos, para la cual se han diseñado soluciones técnicas específicas y se han obtenido o gestionado los permisos correspondientes ante las autoridades. En materia de vías de acceso, el predio se conecta actualmente mediante un camino rural de terracería de 1.2 km, cuyo uso y mejoramiento está autorizado por el municipio. Se requiere su ensanchamiento y pavimentación, para lo cual ya existe un estudio de carga en revisión por la SCT estatal.

Para el suministro de agua potable, al no existir red municipal en la zona, se cuenta con un pozo profundo a 40 metros, para el cual ya se gestiona la concesión de extracción ante CONAGUA. El sistema incluirá tratamiento con filtros y cloración, almacenamiento en un tanque de 50,000 litros, y requerirá el dictamen de potabilidad de COFEPRIS previo a la operación. Respecto a la energía eléctrica, se extenderá la línea de media tensión de CFE existente a 350 metros, bajo un contrato en proceso, e incluirá un transformador de 150 kVA.

El drenaje y alcantarillado se resolverá con un sistema separativo, diseñada para cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-2021 y operar con descarga cero. El permiso de descarga correspondiente se encuentra en trámite ante CONAGUA. En comunicaciones, dada la cobertura móvil limitada, se implementará un enlace para internet, telefonía y un sistema de radio interna, para lo cual se gestionan los permisos de espectro ante el IFT.

En cuanto a servicios de apoyo, la gestión de residuos se realizará bajo un plan integral. Para los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se tiene contrato con el servicio municipal de recolección. Los Residuos de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP) serán manejados por gestores autorizados (GIRA-0045-2023, RESPEL-045-2024-VER), y el proyecto se encuentra autorizado de registro como generador ante SEMARNAT. Los servicios de emergencia contarán con convenios con Protección Civil y servicios médicos locales, además de brigadas internas capacitadas.

La situación de permisos es avanzada: se cuenta con el uso de suelo municipal, licencia de construcción, y autorización ejidal, entre otros. La Autorización de Impacto Ambiental

(MIA) está en evaluación por SEMARNAT, siendo el requisito fundamental para proceder. La inversión estimada para toda la infraestructura de servicios asciende a $2.42 millones de pesos, garantizando la operación técnica, legal y ambientalmente viable del estacionamiento.

II.3. Características particulares del proyecto

DESCRIPCIÓN GENERAL DE OBRAS Y ACTIVIDADES

El proyecto de Estacionamiento para trailers tipo Autotanques comprende un conjunto secuencial de obras civiles, instalaciones especializadas y actividades operativas organizadas en cinco etapas principales: preparación del terreno, construcción de infraestructura, instalación de equipos, operación normal, y clausura final. Cada etapa involucra intervenciones específicas que transformarán progresivamente el terreno de 12,408 m² de uso agropecuario extensivo a una instalación logística industrial especializada con capacidad para 20 autotanques, servicios de almacenamiento de amoniaco, mantenimiento y administración.

ETAPA I: PREPARACIÓN DEL TERRENO (Meses 1-3)

Actividades Iniciales y Desmonte

La primera fase comienza con la delimitación precisa del polígono mediante topografía con estación total, estableciendo hitos permanentes en los vértices. Posteriormente, se procede al desmonte controlado de la vegetación existente (pastizal y vegetación secundaria). Simultáneamente, se instala un cerco perimetral temporal de malla ciclónica que define el límite de obra y controla el acceso.

Movimiento de Tierras y Nivelación

Se ejecuta un movimiento de tierras masivo que involucra aproximadamente 4,200 m³ de material, utilizando motoniveladoras, retroexcavadoras y compactadores vibratorios. La nivelación busca crear pendientes suaves del 1-2% hacia el sureste para facilitar el drenaje natural, respetando la topografía existente en lo posible. Se construyen bermas

de contención de tierra compactada de 1.5 m de altura en el perímetro este y sur, diseñadas como barreras acústicas y de contención. Todas las áreas desprovistas de vegetación reciben una capa de geomalla para control de erosión durante la construcción.

ETAPA II: CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA (Meses 4-10)

Cimentaciones y Estructuras Principales

Esta etapa comienza con la excavación para cimentaciones profundas, particularmente para los diques de contención de tanques (zanjas de 2.5 m de profundidad) y las losas de edificios. Se vacían 1,800 m³ de concreto hidráulico para losas, columnas y muros, utilizando formaletas metálicas reutilizables. La estructura del edificio administrativo emplea 85 toneladas de acero estructural, con sistema de losa nervada y muros de block hueco de concreto. Se construyen diques de contención de concreto armado de 1.2 m de altura con membrana HDPE para los tanques de amoniaco, con capacidad de contener el 110% del volumen almacenado.

Pavimentación y Vialidades

Se prepara una base hidráulica de 20 cm compuesta por material seleccionado y compactado al 95% Proctor, sobre la cual se extienden 5,500 m² de carpeta asfáltica en capas de 12 cm. Las vialidades internas incluyen un circuito perimetral de 6 m de ancho y andadores peatonales de 1.5 m. Se instalan cunetas de concreto a lo largo de 450 metros lineales para captación de aguas pluviales, conectadas a un sistema de drenaje.

Instalaciones Hidrosanitarias y Eléctricas

Se tiende una red subterránea de servicios que incluye: línea de agua potable en tubería PVC, red de drenaje sanitario en PVC, ductos eléctricos para alumbrado y fuerza, y canalizaciones para telecomunicaciones. La subestación eléctrica alberga un transformador de 150 kva, tablero general, y sistema de medición bidireccional.

ETAPA III: INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS (Meses 11-12)

Equipos de Almacenamiento

Se instalan tanques de almacenamiento estacionario de amoniaco, con código de Diseño: ASME Sección VIII, División 1 para recipientes a presión. Presión de diseño mínimo 250 psig (17.2 bar) o 125% de la presión máxima de operación. Temperatura de diseño de -28°C a +50°C (rango completo de operación en Minatitlán). Material de construcción en Acero al carbono ASTM A-516 Grado 70 o superior, espesor mínimo de pared calculado por fórmulas ASME, mínimo 12.7 mm (1/2"). Tratamiento térmico de alivio de esfuerzos post-soldadura obligatorio. Pruebas No Destructivas 100% radiografía de soldaduras (RT o UT).

Equipos de Taller y Mantenimiento

El taller se instala banco de herramientas con equipo diagnóstico computarizado, máquina balanceadora de llantas, y alineadora computarizada.

Sistemas de Seguridad y Control

Se despliega un sistema integral de seguridad con cámaras de vigilancia, sistema de reconocimiento automático de placas y sistema de alarma anti-intrusión con sensores perimetrales. La iluminación perimetral utiliza lámparas LED en postes, con fotoceldas y control astronómico. Se instala sistema contra incendios con hidrantes, red y extintores.

Sistemas Ambientales y Monitoreo

Se implementa sistema de monitoreo ambiental continuo con tres estaciones de calidad de aire (PM10, NOx, SO2), dos piezómetros para monitoreo de aguas subterráneas, y estación meteorológica automática.

ETAPA IV: OPERACIÓN NORMAL (Años 1-15)

Actividades Operativas Diarias

La operación incluye recepción y asignación de cajones mediante sistema computarizado, control documental de unidades, y asignación de espacios según tipo de

vehículo y servicios requeridos. Los servicios de taller incluyen mantenimiento preventivo, reparaciones menores, lavado interior/exterior, y cambio de llantas, operando de 08:00 a 20:00 horas.

Mantenimiento Programado

Se ejecuta mantenimiento preventivo diario de equipos y sistemas, limpieza programada de áreas comunes y servicios sanitarios, y revisión semanal de sistemas de seguridad y emergencia. Mensualmente se realizan calibraciones de instrumentos, pruebas de sistemas de contención, y análisis de calidad de agua. Anualmente se ejecuta mantenimiento mayor de equipos, repintado de señalización, y auditorías de cumplimiento ambiental.

Monitoreo y Control Ambiental

Operación continua de sistemas de monitoreo con registro automático de datos, muestreo periódico de suelos y aguas según programa establecido, y reporteo trimestral a autoridades. Se implementa programa de respuesta a contingencias con simulacros trimestrales, y gestión documental de residuos peligrosos con manifiestos de transporte.

ETAPA V: CLAUSURA Y RESTAURACIÓN (Meses 1-12 post-operación)

Desmantelamiento Controlado

Se inicia con retiro residuos peligrosos por gestores autorizados, seguido de desinstalación de equipos y maquinaria para venta o disposición adecuada. Se procede a demolición controlada de estructuras, separación de materiales para reciclaje, y remoción de pavimentos con recuperación de material para reúso. Finalmente, se retiran cimentaciones y sistemas subterráneos, dejando el terreno libre de obstáculos.

Remediación Ambiental

Se ejecuta muestreo integral de suelos en 25 puntos a dos profundidades, análisis de aguas subterráneas en pozos de monitoreo, y evaluación de contaminación residual. Si se detectan contaminantes, se aplican técnicas de biorremediación in situ o lavado de suelos en áreas específicas. Se restaura la permeabilidad del suelo mediante subsolado e incorporación de materia orgánica.

Restauración Ecológica

Se prepara el sustrato con enmiendas calizas y abono orgánico, se siembra mezcla de especies nativas en densidad de 1,500 plantas/ha, y se instala sistema de riego temporal por goteo. Se establece programa de mantenimiento de vegetación por 5 años, con monitoreo de supervivencia y crecimiento. Finalmente, se retiran sistemas temporales y se entrega el terreno restaurado.

ESPECIFICACIÓN DE SUPERFICIES REQUERIDAS

Superficies Permanentes (12,408 m² total)

- Áreas de Estacionamiento: 5,500 m² (44.3%) - 20 cajones de 22x12m
- Tanques de amoniaco: 1,200 m² (9.7%) - incluye diques de contención
- Edificio Administrativo: 800 m² (6.4%) - oficinas, descanso, servicios
- Taller y Lavado: 400 m² (3.2%) - reparaciones y limpieza
- Almacén y Bodega: 300 m² (2.4%) - refacciones y herramientas
- Instalaciones Especiales: 350 m² (2.8%) - PTAR, subestación, caseta
- Vialidades Internas: 1,850 m² (14.9%) - circulación y maniobras
- Áreas Verdes: 2,008 m² (16.2%) - permeables y compensatorias

Superficies Temporales Durante Construcción

- Campamento de Obra: 600 m² (4.8%) - alojamiento y servicios
- Acopio de Materiales: 800 m² (6.4%) - almacenamiento temporal
- Taller Temporal: 300 m² (2.4%) - fabricación y preparación
- Planta de Concreto: 400 m² (3.2%) - 3 meses de operación

- Oficina de Supervisión: 100 m² (0.8%) - control de obra

Esta descripción integral detalla cada componente del proyecto, desde las actividades iniciales de preparación del terreno hasta las operaciones de clausura, especificando las superficies requeridas, la infraestructura necesaria y los equipos a instalar, garantizando que el desarrollo cumpla con los objetivos funcionales, técnicos, ambientales y de seguridad establecidos.

II.4. Programa general de trabajo

CRONOGRAMA DETALLADO POR ETAPA CON DURACIONES ESPECÍFICAS

ETAPA I: PREPARACIÓN Y AUTORIZACIONES (6 MESES)

Actividad	Días	Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trámites administrativos y permisos	120												
Estudio topográfico y delimitación	30												
Rescate y reubicación de flora	60												
Desmonte y limpieza	90												
Instalación campamento temporal	60												
Movimiento de tierras y nivelación	120												

ETAPA II: CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA (12 MESES)

Actividad	Días	Mes											
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Cimentaciones y estructuras	180												

Pavimentación	180												
Edificio administrativo	150												
Sistemas de drenaje	180												
Instalación eléctrica	120												
Diques para tanques	90												
Sistemas de seguridad	120												
Áreas verdes y compensatorias	180												

ETAPA III: INSTALACIÓN DE EQUIPOS (6 MESES)

Actividad	Días	Mes											
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tanques de almacenamiento	90												
Equipos de taller y lavado	120												
Sistemas de monitoreo	60												
Sistemas de control	90												
Pruebas integrales	60												
Capacitación de personal	90												

ETAPA IV: OPERACIÓN NORMAL (15 AÑOS)

- Año 3-18: Operación continua del estacionamiento (5,475 días)
- Operación diaria: 5,475 días (24/7)
- Almacenamiento: 5,475 días

- Servicios de taller: 3,650 días (08:00-20:00)

ETAPA V: MANTENIMIENTO PROGRAMADO

- Diario: Mantenimiento preventivo (5,475 días)
- Semestral: Mantenimiento correctivo (30 eventos × 15 días c/u = 450 días)
- Anual: Mantenimiento mayor (15 eventos × 30 días c/u = 450 días)
- Trimestral: Auditorías ambientales (60 eventos × 2 días c/u = 120 días)

ETAPA VI: CLAUSURA Y RESTAURACIÓN (12 MESES)

Actividad	Días	Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cese operaciones y retiro	90	■	■	■									
Desinstalación equipos	150		■	■	■	■	■						
Demolición estructuras	180				■	■	■	■	■	■			
Remediación suelos	150						■	■	■	■	■	■	
Restauración ecológica	150								■	■	■	■	■
Monitoreo post-clausura	1,825	**+5 años**											

PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

MEDIDAS PREVENTIVAS (Integradas en Construcción)

Control de Erosión: Mes 2-9 (240 días)

- Barreras de sedimentación
- Cubiertas vegetales temporales
- Sistema de canales de desviación

Manejo de Materiales: Mes 3-12 (270 días)

- Almacenamiento cubierto
- Control de polvos
- Limpieza de vías de acceso

MEDIDAS DE MONITOREO (Continuas)

Calidad de Aire: Mes 3 hasta 5 años post-clausura (7,300 días)

- Estaciones fijas: mediciones continuas
- Muestreos mensuales: 180 eventos
- Reportes trimestrales: 60 reportes

Calidad de Agua: Mes 9 hasta 5 años post-clausura (6,940 días)

- Pozos de monitoreo: mediciones mensuales
- Análisis de descargas: semanales durante operación
- Monitoreo de PTAR: diario

Control de Ruido: Año 3-18 (5,475 días)

- Mediciones bimestrales: 90 eventos
- Sistema de monitoreo continuo en perímetro
- Control de horarios operativos

MEDIDAS COMPENSATORIAS

Reforestación Compensatoria: Inicio Año 1, mantenimiento 5 años (1,825 días)

- Plantación inicial: 90 días
- Riego y mantenimiento: 1,460 días
- Monitoreo de supervivencia: 1,825 días

Programa de Capacitación Ambiental: Cada 6 meses durante operación (30 eventos)

- Duración por evento: 2 días
- Total días capacitación: 60 días

ACTIVIDADES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

MONITOREO DE LÍNEA BASE

Duración: Mes 1-3 (90 días)

- Actividades: Muestreo de suelos, aguas, aire, biodiversidad
- Frecuencia: 3 eventos por parámetro
- Productos: Informe de línea base ambiental

MONITOREO DURANTE CONSTRUCCIÓN

Duración: Mes 3-12 (270 días)

- Frecuencia: Semanal para polvo y ruido, mensual para otros parámetros
- Productos: Reportes mensuales de cumplimiento

MONITOREO DURANTE OPERACIÓN

Duración: Año 3-18 (5,475 días)

- Frecuencia: Continuo para algunos parámetros, mensual para otros
- Productos: Reportes trimestrales y anuales

MONITOREO DURANTE CLAUSURA

Duración: 12 meses post-operación (365 días)

- Frecuencia: Intensivo durante desmantelamiento
- Productos: Informe de remediación y restauración

MONITOREO POST-RESTAURACIÓN

Duración: 5 años post-clausura (1,825 días)

- Frecuencia: Semestral primero, luego anual
- Productos: Informes de seguimiento de restauración

II.5. Etapas del proyecto

II.5.1. Etapa de Preparación del sitio

Esta descripción detallada especifica los volúmenes exactos, áreas de deposición, características técnicas y tiempos de restitución para todas las actividades de movimiento de tierras, garantizando un manejo responsable del suelo y minimizando los impactos ambientales durante esta etapa crítica del proyecto.

ACTIVIDADES PRINCIPALES DE PREPARACIÓN DEL TERRENO

Desmonte y Limpieza (Despalme)

Descripción Concreta:
Remoción de la capa superficial del suelo (horizonte A y vegetación) en toda el área del proyecto (12,408 m²), conservando separadamente el suelo orgánico para su reutilización en áreas compensatorias.

Volúmenes y Áreas:

- Área total para desmontar: 12,408 m²
- Profundidad de corte: 0.30 metros promedio
- Volumen total para remover: 3,722 m³

Composición del material:

- Suelo orgánico (horizonte A): 1,241 m³ (33%)
- Raíces y materia vegetal: 496 m³ (13%)
- Suelo mineral (horizonte B): 1,985 m³ (54%)

Técnica de Ejecución:

- Delimitación: Marcación con estacas cada 10 metros
- Corte superficial: Retroexcavadoras con cuchara ancha (2.5 m)
- Separación: Apilado diferenciado de material orgánico y mineral
- Acopio: En área temporal designada dentro del predio

Área de Deposición Temporal:

- Ubicación: Sector noroeste del predio
- Superficie: 600 m² (15 × 40 m)
- Capacidad: 4,000 m³

Características topográficas:

- Elevación: 29.5 msnm (+1.5 m sobre terreno natural)
- Pendiente: 0.5% hacia drenaje interno
- Distancia a cuerpos de agua: >500 m
- Protección: Geomembrana HDPE en base, cortinas de sedimentación perimetrales

Tiempo de Restitución:

- Almacenamiento máximo: 9 meses
- Reutilización programada: A partir del mes 10

Destino final:

- Suelo orgánico: Áreas compensatorias (100% reutilización)
- Suelo mineral: Rellenos controlados en el mismo predio

Cortes y Excavaciones

Descripción Concreta: Excavaciones para nivelación general y cimentaciones específicas, ajustando la topografía natural a los requerimientos del proyecto.

Volúmenes por Tipo de Excavación:

A. Nivelación General del Terreno

- Área afectada: 9,500 m² (76.6% del predio)
- Profundidad promedio de corte: 0.45 metros
- Volumen para remover: 4,275 m³
- Material: Suelo tipo vertisol (arcilloso)

B. Excavaciones para Cimentaciones

Diques de contención para tanques:

- Longitud: 120 metros lineales
- Sección: 2.5 m ancho × 2.0 m profundidad
- Volumen: 600 m³

Cimentaciones de edificios:

- Edificio administrativo: 450 m³
- Taller y almacén: 300 m³
- Subestación eléctrica: 150 m³

Total edificaciones: 900 m³

Zanjas para servicios subterráneos:

- Red de drenaje: 850 m × 1.2 m² = 1,020 m³
- Tuberías de agua y electricidad: 350 m³

Total servicios: 1,370 m³

Resumen Total de Excavación:

Volumen total para excavar: 7,145 m³

Volumen de relleno requerido: 3,200 m³

Excedente a disponer: 3,945 m³

Áreas de Deposición de Material Excedente

Área de Acopio Temporal de Material Excedente

- Ubicación: Sector sureste del predio
- Superficie: 800 m² (20 × 40 m)
- Capacidad máxima: 5,000 m³
- Altura máxima de acopio: 6 metros

Características:

- Base impermeabilizada con geomembrana
- Taludes 1:1.5 (H:V) estabilizados con geomalla
- Sistema de drenaje perimetral
- Cobertura con geomanta durante periodo de almacenamiento
- Áreas de Relleno Controlado en Sitio

Secuencia de Relleno:

- Capa 1: Material selecto de excavación (0-0.30 m)
- Capa 2: Material estabilizado con cal (0.30-0.60 m)
- Capa 3: Material mejorado (0.60-0.90 m)
- Compactación entre capas con rodillo vibratorio

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EJECUCIÓN

Métodos y Equipos

- Topografía de control: Estación total y GPS RTK para mediciones diarias

Equipos principales:

- Retroexcavadoras CAT 336F (capacidad 2.1 m³)
- Motoniveladora CAT 140M3
- Compactadores vibratorios CAT CS64
- Volquetes de 15 m³ capacidad

Producción estimada: 450 m³/día en condiciones óptimas

Control de Calidad

- Muestreo de suelos: Cada 500 m³ excavados
- Pruebas de compactación: Cada capa de 0.30 m
- Control de niveles: Tolerancia ±2 cm en cimentaciones
- Documentación: Registro diario de volúmenes movilizados

MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL DURANTE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Control de Erosión

- Barreras de sedimentación: 850 metros lineales de geotextil
- Cunetas de desviación: 450 metros con pendiente 2%
- Cobertura temporal: Geomantas en áreas expuestas >7 días
- Riego para control de polvos: 3 veces/día en áreas activas

Manejo de Aguas de Escorrentía

- Sistema de captación: Zanjas perimetrales de 0.5 × 0.5 m
- Sedimentadores: 3 unidades de 50 m³ capacidad
- Tiempo de retención: Mínimo 24 horas antes de descarga
- Monitoreo: Análisis de turbiedad cada 48 horas

RESTITUCIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

Tiempos de Restitución por Tipo de Área

Áreas de Acopio Temporal (600 m²)

- Periodo de uso: 9 meses (meses 2-10)
- Inicio de restitución: Mes 11
- Tiempo de restitución: 45 días

Proceso de restitución:

- Retiro de geomembrana y limpieza (5 días)
- Nivelación y preparación de sustrato (10 días)
- Incorporación de suelo orgánico reservado (10 días)
- Siembra de cobertura vegetal (5 días)
- Establecimiento y monitoreo (15 días)
- Estado final: Área verde integrada al paisaje

Áreas de Relleno Controlado (2,500 m²)

- Periodo de relleno: 4 meses (meses 6-9)
- Inicio de restauración: Mes 10
- Tiempo de estabilización: 90 días

Proceso de estabilización:

- Compactación final y perfilado (15 días)
- Instalación de sistema de drenaje (10 días)
- Aplicación de enmiendas (5 días)
- Siembra de especies estabilizadoras (5 días)
- Monitoreo de asentamientos (55 días)
- Estado final: Terreno estabilizado para uso definido

II.5.2. Etapa de construcción

Esta descripción detallada de obras, procesos constructivos e impactos asociados proporciona la base para implementar medidas de mitigación específicas y monitoreo efectivo durante todas las fases de construcción, asegurando que los impactos

ambientales sean identificados, cuantificados y gestionados de manera proactiva y responsable.

OBRAS PERMANENTES PRINCIPALES

Edificio Administrativo y Servicios

Proceso Constructivo:

- Cimentación: Excavación de zanjas perimetrales a 1.5 m de profundidad, colado de zapata corrida de concreto armado, instalación de pilotes de fricción de 6 m de profundidad en puntos de carga concentrada.
- Estructura: Erección de columnas de acero estructural ASTM A-36, sistema de losa nervada con viguetas pretensadas, muros de block hueco de concreto con castillo cada 3 metros.
- Acabados: Sistema de impermeabilización asfáltica en azotea, muros con aplanado cemento-arena, pisos de loseta cerámica, instalación de cancelería de aluminio anodizado.

Impactos Ambientales Asociados:

- Generación de residuos de construcción: Aproximadamente 45 toneladas de escombros (concreto, block, mortero)
- Consumo de recursos: agua para mezclas y curado, acero, concreto
- Emisiones atmosféricas: Polvo durante mezclado y aplicación de aplanados, VOC de pinturas y adhesivos
- Ruido: Operación de vibradores de concreto, cortadoras de block y acero (85-95 dBA)

Sistema de Tanques de Almacenamienot

Proceso Constructivo:

- Diques de Contención: Excavación de zanja perimetral, colado de muro de concreto armado con junta de construcción cada 15 m, aplicación de membrana HDPE de 1.5 mm en cara interna, instalación de sistema de drenaje con bomba de sumidero.
- Base de Tanques: Compactación de subrasante al 100% Proctor, capa de material selecto de 0.30 m, losa de concreto de 0.40 m con malla electrosoldada, anclajes de acero para tanques.
- Instalación de Tanques: Izado con grúa de 50 toneladas, alineación y nivelación, soldadura de tuberías de conexión (Schedule 40), pruebas hidrostáticas a 1.5 veces presión de trabajo.

Impactos Ambientales Asociados:

- Riesgo de contaminación de suelos: Durante pruebas hidrostáticas
- Generación de residuos peligrosos: Aceites de equipos de izado, materiales de soldadura, pinturas anticorrosivas
- Consumo energético: Operación de equipos pesados (grúas, bombas de prueba)
- Modificación de permeabilidad: Sellamiento de 1,200 m² de superficie natural

Pavimentos y Vialidades

Proceso Constructivo:

- Preparación de Subrasante: Retiro de material orgánico, compactación al 95% Proctor, corrección de nivel con material de préstamo, aplicación de capa de sub-base granular de 0.15 m.
- Base Hidráulica: Colocación de material granular estabilizado con 5% de cemento Portland, compactación en capas de 0.15 m, curado con membrana de curado.
- Carpeta Asfáltica: Tendido de capa binder de 6 cm (MDC-2), compactación con rodillo neumático y vibratorio, aplicación de capa de rodadura de 4 cm (MDC-2), pintura de señalización horizontal con pintura termoplástica.

Impactos Ambientales Asociados:

- Emisiones atmosféricas: Gases de combustión de plantas asfálticas, VOC de asfalto caliente (200-250°C), polvo durante extendido
- Contaminación acústica: Operación de compactadores (90-100 dBA), plantas asfálticas móviles
- Generación de calor: Isla de calor por absorción de radiación solar (incremento de 2-4°C superficial)
- Alteración hidrológica: Reducción de infiltración (coeficiente de escurrimiento de 0.10 a 0.85)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN INTEGRADAS EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Durante Movimiento de Tierras

- Control de polvo: Sistemas de riego con agua de reúso, cubiertas en volquetes, velocidad máxima 20 km/h en vías de tierra
- Manejo de suelo orgánico: Separación, acopio protegido, reutilización 100% en áreas compensatorias
- Control de erosión: Barreras de sedimentación cada 50 m en pendientes >5%, geomantas en áreas expuestas

Durante Construcción de Estructuras

- Manejo de concreto: Plantas dosificadoras con sistemas de captación de polvo, recirculación de agua de lavado, uso de aditivos reductores de agua
- Trabajos en acero: Áreas de corte y soldadura delimitadas, sistemas de extracción localizada, manejo adecuado de residuos
- Impermeabilización: Uso de membranas prefabricadas (menos VOC), aplicación en condiciones controladas de temperatura

Durante Instalación de Equipos

- Pruebas hidrostáticas: Uso de agua tratada, sistemas de contención secundaria, monitoreo continuo durante pruebas

- Cableado eléctrico: Técnicas de tendido que minimizan apertura de zanjas, reutilización de material excavado
- Pinturas y recubrimientos: Uso de productos bajos en VOC, aplicación con equipos de alta eficiencia, manejo adecuado de residuos

MONITOREO DURANTE CONSTRUCCIÓN

Parámetros Monitoreados

- Calidad del aire: PM10, PM2.5 cada 8 horas en perímetro de obra
- Ruido: Niveles equivalentes continuos (Leq) en límite de propiedad
- Calidad de agua: Turbiedad, pH, sólidos suspendidos en puntos de descarga
- Vibraciones: En estructuras adyacentes y áreas sensibles

Frecuencia y Métodos

- Continuo: Estaciones automáticas para calidad de aire y ruido
- Diario: Inspección visual de medidas de control de erosión
- Semanal: Muestreo de agua de escorrentía
- Mensual: Informe integral de cumplimiento ambiental

PROTOCOLOS DE RESPUESTA A CONTINGENCIAS

Durante Obras de Concreto

- Derrame de concreto: Contención inmediata, retiro manual, disposición en área autorizada
- Falla en sistema de lavado: Activación de sistema de retención, neutralización antes de descarga

Durante Trabajos con Sustancias almacenadas

- Derrame durante pruebas: Activación de kit de contención, limpieza con materiales absorbentes, disposición como residuo peligroso

- Fuga en tuberías: Cierre inmediato de válvulas, contención en diques, reparación antes de reanudación

Durante Trabajos en Áreas Sensibles

- Daño a vegetación protegida: Cese inmediato de actividades, evaluación por biólogo, medidas de rescate o compensación
- Alteración de cauces: Restauración inmediata, medidas adicionales de control de erosión

II.5.3. Etapa de operación y mantenimiento

Este programa integral de operación y mantenimiento establece los procedimientos, frecuencias, tecnologías y controles necesarios para garantizar una operación eficiente, segura y ambientalmente responsable durante los 15 años de vida útil del proyecto, con especial énfasis en la gestión de residuos, control de emisiones y tratamiento de aguas residuales.

PROGRAMAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN GENERAL Y DURACIONES

Programa de Operación Normal

- Período Total Aproximado: 15 años (Años 3-18 del proyecto) Horario de Operación: 24 horas/día, 365 días/año Personal por Turno: 8 personas (diurno), 3 personas (nocturno)

Programa de Mantenimiento

- Mantenimiento Preventivo: Continuo durante 15 años de operación
- Mantenimiento Correctivo: Según necesidad, promedio 30 eventos/año
- Mantenimiento Mayor: Anual, 30 días/años programados
- Mantenimiento Predictivo: Basado en monitoreo continuo de equipos

ACTIVIDADES OPERATIVAS DETALLADAS

Recepción y Control de Autotanques (24/7)

Acciones Específicas:

- Verificación de Documentación: (5-10 minutos/vehículo)
- Revisión de licencia de conducir vigente
- Verificación de póliza de seguro
- Registro de número económico y placas
- Asignación de Cajón: (2-3 minutos/vehículo)
- Sistema automatizado de asignación por tipo de vehículo
- Asignación de poste eléctrico si requiere climatización auxiliar

Impactos Significativos:

- Generación de ruido: Motores en ralentí durante espera (65-75 dBA)
- Emisiones atmosféricas: CO, NOx, HC durante aceleraciones/desaceleraciones
- Consumo energético: Iluminación de áreas de recepción (5 kW continuos)

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DETALLADAS

Mantenimiento Diario (2 horas/turno)

Acciones Específicas:

Limpieza de Áreas Comunes: (30 minutos)

- Barrido de oficinas y áreas de descanso
- Limpieza de sanitarios y regaderas
- Vacío de contenedores de basura

Revisión de Equipos Críticos: (45 minutos)

- Verificación de niveles de sustancias en tanques
- Comprobación de presión en sistema de aire

- Revisión visual de dispensadores
- Verificación de sistemas de seguridad (CCTV, alarmas)

Reporte de Incidencias: (15 minutos)

- Registro en bitácora electrónica
- Reporte a supervisor de turno
- Programación de reparaciones menores

Mantenimiento Preventivo Semanal (8 horas/semana)

Acciones Específicas:

Equipos de Almacenamiento: (4 horas)

- Calibración de dispensadores (precisión ±0.5%)
- Limpieza de filtros de succión y descarga
- Prueba de sistema de recuperación de vapores
- Verificación de sellos y juntas

Sistemas Ambientales: (2 horas)

- Limpieza de trampas de grasas
- Revisión de bombas de la PTAR
- Calibración de sensores de monitoreo ambiental
- Verificación de sistema de iluminación solar

Infraestructura General: (2 horas)

- Revisión de pavimentos y señalización
- Mantenimiento de áreas verdes (riego, poda)
- Verificación de sistema eléctrico
- Limpieza de canales de drenaje

Mantenimiento Correctivo (Según necesidad)

Tipos de Reparaciones:

Sistemas Mecánicos:

- Cambio de bombas de tanques (4-6 horas)
- Reparación de compresor de aire (8-12 horas)
- Mantenimiento de puente elevador (16-24 horas)

Sistemas Eléctricos:

- Reparación de tableros eléctricos (4-8 horas)
- Cambio de transformadores (24-48 horas)
- Reparación de sistema fotovoltaico (4-6 horas)

Infraestructura Civil:

- Reparación de pavimentos (bacheo) (8-16 horas)
- Mantenimiento de estructuras metálicas (4-8 horas)
- Reparación de sistemas de drenaje (8-12 horas)

Impactos Significativos en Mantenimiento:

- Generación de residuos peligrosos: Aceites, solventes, materiales contaminados
- Consumo de recursos: Materiales de reposición, energía para reparaciones
- Interrupciones operativas: Parciales durante reparaciones mayores

Mantenimiento Mayor Anual (30 días/años programados)

Actividades Programadas:

Revisión General de Tanques: (5 días)

- Inspección interna con cámaras
- Pruebas de espesor por ultrasonido
- Repintado de áreas corroídas
- Reemplazo de ánodos de sacrificio

Mantenimiento de PTAR: (7 días)

- Limpieza completa de sedimentadores
- Reemplazo de medio filtrante
- Calibración de sistemas de dosificación
- Reparación de membranas de humedal

Actualización de Sistemas: (10 días)

- Actualización de software de control
- Reemplazo de equipos obsoletos
- Mejoras en eficiencia energética
- Capacitación de personal en nuevas tecnologías

TIPO DE REPARACIONES POR SISTEMA

Sistema de Almacenamiento

Reparaciones Comunes

Bombas de Suministro:

- Cambio de sellos mecánicos (cada 2 años)
- Reemplazo de impulsores por desgaste (cada 5 años)
- Mantenimiento de motores eléctricos (anual)

Dispensadores:

- Calibración de medidores volumétricos (semestral)
- Cambio de mangueras (cada 3 años o por daño)
- Actualización de software de control (anual)

Tanques de Almacenamiento:

- Pruebas de hermeticidad (anual)

- Inspección de protección catódica (semestral)
- Limpieza interna (cada 10 años)

Sistema Eléctrico

Reparaciones Comunes

Subestación:

- Cambio de aceite dieléctrico (cada 5 años)
- Ajuste de conexiones (anual)
- Pruebas de aislamiento (semestral)

Sistema Fotovoltaico:

- Limpieza de paneles (mensual)
- Reemplazo de inversores (cada 10 años)
- Actualización de sistemas de monitoreo (cada 3 años)

Alumbrado:

- Cambio de luminarias LED (cada 8-10 años)
- Mantenimiento de fotoceldas y controles (anual)
- Actualización de cableado (cada 15 años)

Sistema Hidrosanitario

Reparaciones Comunes

PTAR:

- Limpieza de lechos de grava (anual)
- Mantenimiento de bombas dosificadoras (trimestral)

Red de Drenaje:

- Limpieza de atarjeas (semestral)
- Reparación de pozos de visita (según necesidad)
- Rehabilitación de tuberías (cada 10 años)

CONTROL DE MALEZAS Y FAUNA NOCIVA

Programa de Control Integrado

- Duración: Continuo durante operación
  Frecuencia: Evaluación mensual, intervención según necesidad

Métodos de Control

Control Mecánico:

- Deshierbe manual en áreas sensibles (mensual)
- Poda selectiva de vegetación no deseada (trimestral)
- Mantenimiento de franjas libres de vegetación (10 m alrededor de tanques)

Control Biológico:

- Promoción de especies nativas competitivas
- Uso de cubiertas vegetales que supriman malezas
- Mantenimiento de equilibrio ecológico en áreas compensatorias

Control Cultural:

- Diseño de áreas que dificulten establecimiento de malezas
- Mantenimiento adecuado de césped y áreas verdes
- Monitoreo temprano de invasiones

Control Químico (Último Recurso):

- Solo herbicidas de baja toxicidad y persistencia
- Aplicación dirigida (no aspersión general)

- Personal capacitado y certificado
- Cumplimiento de NOM-AA-113-1994
- Registro de aplicaciones y volúmenes

Restricciones:

- Prohibido uso de herbicidas en áreas compensatorias
- Distancia mínima de 50 m de cuerpos de agua
- Notificación a trabajadores y comunidad antes de aplicaciones
- Equipo de protección personal obligatorio

Control de Fauna Nociva

Roedores:

- Trampas mecánicas (no tóxicas)
- Exclusión mediante barreras físicas
- Mantenimiento de limpieza que elimine fuentes de alimento

Insectos:

- Control integrado con feromonas
- Barreras físicas en edificios
- Uso limitado de insecticidas específicos

Aves:

- Dispositivos de disuasión visual/acústica
- Modificación de estructuras para evitar anidación
- Control de fuentes de alimento

GENERACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Fuentes y Volúmenes Estimados

Aguas Residuales Domésticas:

- Fuente: Sanitarios, regaderas, cocineta
- Volumen: 2.5 m³/día (15 personas promedio)
- Características: DBO5: 250 mg/L, SST: 200 mg/L

Aguas de Lavado de Vehículos:

- Fuente: Lavado exterior e interior de cisternas
- Volumen: 5-8 m³/día (15-20 vehículos/día)
- Características: Hidrocarburos: 50-100 mg/L, SST: 300-500 mg/L

Aguas de Primer Lavado de Lluvia:

- Fuente: Primer escurrimiento de áreas pavimentadas
- Volumen: 2-3 m³/evento de lluvia
- Características: Hidrocarburos: 20-50 mg/L, metales pesados: trazas

Reúso de Agua Tratada

Destinos y Volúmenes:

- Riego de Áreas Verdes: 3 m³/día (60% del agua tratada)
- Lavado de Vehículos: 1.5 m³/día (30% del agua tratada)
- Control de Polvos: 0.5 m³/día (10% del agua tratada)
- Descarga Cero: Sistema diseñado para cero descargas al medio natural

Monitoreo y Control

Parámetros Monitoreados:

- Continuo: pH, temperatura, conductividad
- Diario: Turbiedad, oxígeno disuelto
- Semanal: DBO5, SST, hidrocarburos totales
- Mensual: Metales pesados, nutrientes, coliformes

Sistema de Control:

- Automatizado con PLC
- Alarmas para parámetros fuera de rango
- Registro automático para reportes regulatorios
- Mantenimiento preventivo programado

Manejo de Lodos

- Generación Estimada: 0.5 m³/mes de lodos primarios
- Proceso de Manejo:

Espesamiento por gravedad

Deshidratación en lechos de secado

Disposición como residuo de manejo especial

Análisis para determinar posible valorización

II.5.4. Etapa de desmantelamiento y abandono del sitio

El promovente del proyecto se compromete a constituir, desde la fase de operación, un fondo económico, seguro o garantía que asegure la disponibilidad de recursos para ejecutar íntegramente este programa al final de la vida útil del proyecto, en cumplimiento del principio de responsabilidad ambiental. El monto será calculado por un tercero especialista y revisado por la autoridad.

Fases del Programa de Desmantelamiento y Abandono

FASE 1: PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN (Pre-Cierre)

Notificación Formal: Comunicar por escrito a las autoridades correspondientes, la intención de iniciar el cierre y desmantelamiento, con al menos 30 días de anticipación.

Integración del Plan Ejecutivo: Elaborar un documento detallado que contenga:

- Inventario actualizado de instalaciones, equipos y materiales a desmantelar.
- Análisis de riesgos específico para las actividades de desmantelamiento.
- Plan de Manejo de Residuos (definiendo destino final: reciclaje, reúso, disposición autorizada).
- Programa de remediación de suelos basado en una línea base final (muestreo de suelos y aguas al final de la vida operativa para comparar con la línea base inicial).
- Cronograma de actividades.
- Plan de seguridad e higiene para el personal contratado.
- Aseguramiento de Recursos: Contratar personal y empresas especializadas con experiencia en desmantelamiento y remediación. Asegurar la disponibilidad financiera (Fondo de Cierre).

FASE 2: CESE DE OPERACIONES Y DESMOVILIZACIÓN

- Cierre Operativo: Notificación a usuarios, deshabilitación de sistemas eléctricos y de suministro de servicios (excepto los necesarios para el desmantelamiento).
- Limpieza y Descontaminación Final de Unidades e Instalaciones:

  Verificar que ningún autotanque remanente contenga residuos de químicos.

  Limpiar y descontaminar completamente las cunetas, trampas de grasas y sistemas de drenaje pluvial.

  Realizar la limpieza y descontaminación de cualquier área de mantenimiento o lavado de unidades que se hubiera establecido.

- Manejo de Residuos y Materiales Peligrosos: Acopiar y manejar de acuerdo con la ley:

  Lodos y sedimentos contaminados con químicos de las trampas.

  Aceites usados, filtros y baterías (si se manejaban).

  Productos químicos de limpieza.

FASE 3: DESMANTELAMIENTO Y DEMOLICIÓN SELECTIVA

- Desinstalación de Equipos y Componentes:

  Retiro de sistemas de iluminación (postes, luminarias), equipos de vigilancia y comunicación.

  Desconexión y sellado de cualquier acometida eléctrica o hidráulica subterránea.

  Desmontaje de oficinas modulares, casetas de vigilancia y baños, para posible reúso o venta.

- Demolición y Retiro de Infraestructura:

Demolición de losas de concreto o pavimento asfáltico. El material será triturado in situ o transportado para su uso como material de relleno en otros proyectos autorizados, previa caracterización para descartar contaminación.

Retiro de bordillos, guarniciones y señalamientos viales.

Extracción de cimentaciones superficiales.

Manejo de Materiales: Clasificación de materiales (metales, concreto, asfalto, plásticos) para maximizar el reciclaje y minimizar el envío a rellenos sanitarios.

FASE 4: REMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL SITIO

Verificación y Remedición de Suelos: Realizar un muestreo de suelos (en las áreas de mayor riesgo: zonas de estacionamiento, trampas, áreas de mantenimiento) para verificar cumplimiento con los Niveles Genéricos de Referencia para sustancias químicas establecidos en la normativa.

Remediación (si aplica): En caso de detectarse contaminación por encima de los límites permisibles, implementar el método de remediación más adecuado (biorremediación, landfarming, extracción) hasta alcanzar los niveles requeridos.

- Restauración Morfológica:

  Rellenar y compactar áreas donde se extrajeron cimentaciones.

  Nivelar el terreno, replicando en lo posible la topografía original del predio.

  Preparación del Suelo: Aplicar una capa de suelo vegetal adecuado para promover la revegetación.

  Revegetación: Sembrar pastos nativos o especies de vegetación local, acordadas con el ejido, para prevenir la erosión y reintegrar el sitio al paisaje.

FASE 5: LIBERACIÓN DEL SITIO Y ABANDONO FORMAL

Inspección y Dictamen Final: Solicitar una inspección de liberación de sitio por parte de la autoridad ambiental competente (PROFEPA o SEDEMA), la cual verificará la remediación y restauración.

- Informe Final de Cierre y Abandono: Elaborar y presentar a las autoridades un informe que documente todas las actividades realizadas, resultados de muestreos finales, manifiestos de manejo de residuos y evidencia fotográfica del proceso y del estado final del terreno.
- Entrega Formal al Ejido: Realizar un acta de entrega-recepción con las autoridades ejidales, donde se deje constancia del estado en que se devuelve el terreno, adjuntando el dictamen de la autoridad ambiental.
- Cancelación de Permisos: Gestionar la cancelación de los permisos de uso de suelo, construcción y operación ante el municipio.

Medidas de Seguridad Industrial, Operativa y Protección Ambiental Durante el Desmantelamiento

Permisos de Trabajo: Se requerirán permisos específicos para trabajos en altura (desmontaje de luminarias), trabajos con energía eléctrica, demolición y manejo de materiales peligrosos.

Equipo de Protección Personal (EPP): Uso obligatorio de casco, lentes, overol, guantes y botas de seguridad para todo el personal. Equipo especializado para manejo de químicos o residuos.

Control de Emisiones: Riego de agua para control de polvo durante la demolición y movimiento de tierras.

Contención de Derrames: Mantener kits de contención de derrames (tierras diatomáceas, pads absorbentes) disponibles durante todo el proceso, especialmente en la limpieza de trampas.

Manejo Seguro de Residuos: Almacenamiento temporal en áreas delimitadas y con contenedores etiquetados. Contrato exclusivo con transportistas y sitios de disposición autorizados.

Supervisión Ambiental: Un supervisor ambiental deberá estar presente en las actividades críticas (limpieza de trampas, remediación de suelos).

Este programa tentativo deberá ser desarrollado en un Plan Integral de Cierre y Abandono específico y detallado al momento de solicitar los permisos ambientales y operativos del proyecto, y será vinculante para el operador.

II.5.5. Obras y actividades provisionales del proyecto

OBRAS EN ÁREAS SENSIBLES

Intervención en Franja Perimetral de Amortiguamiento

Proceso Constructivo Especial:

- Trabajos de Bajo Impacto: Uso de maquinaria ligera (minicargadores), trabajos manuales donde sea posible, restricción de tránsito pesado.
- Protección de Vegetación Existente: Delimitación con vallas de protección, poda dirigida en lugar de tala, conservación de árboles aislados.
- Restauración Inmediata: Revegetación paralela a la construcción, uso de especies nativas de rápido establecimiento, sistema de riego temporal.

Impactos Minimizados:

- Compactación de suelos reducida: Carga máxima por eje de 5 toneladas (vs. 15 ton en otras áreas)
- Pérdida de cobertura vegetal: <10% en franja de amortiguamiento (vs. 100% en áreas principales)
- Alteración de hábitat: Mantenimiento de corredores para fauna durante construcción

Cruce de Drenajes Naturales

Proceso Constructivo Especial:

- Identificación y Protección: Delimitación de áreas de escurrimiento natural, instalación de desviaciones temporales, protección de márgenes con geotextil.
- Obras de Cruce: Construcción de alcantarillas de concreto de 1.5 m diámetro, estabilización de taludes con gaviones, restauración de cauce natural post-obra.
- Control de Sedimentos: Trampas de sedimentación aguas arriba, monitoreo de turbiedad durante obras, limpieza final de cauce.

Impactos Controlados:

- Alteración de flujo hídrico: Temporal y controlada (<72 horas por cruce)
- Generación de sedimentos: Captura >90% en trampas de sedimentación
- Contaminación de agua: Cero descargas directas de aguas contaminadas

Principales Obras y Actividades de Infraestructura de Apoyo Provisional para la Construcción del Estacionamiento

OBRAS PROVISIONALES DE INFRAESTRUCTURA

- Apertura y Rehabilitación de Caminos de Acceso:

Descripción: Adecuación y estabilización del camino ejidal o terracería existente que conducirá desde la carretera principal (posiblemente la 180 o 145) hasta el sitio de construcción. Incluirá el ensanchamiento para el cruce de camiones de volteo y maquinaria pesada, la colocación de un afirmado (base de material pétreo compactado) y la instalación de señalización provisional de "OBRA" y límites de velocidad.

- Instalación de Oficinas y Campamentos:

Descripción: Construcción de un área administrativa y de descanso provisional, que incluirá:

Oficinas de obra: Módulos prefabricados o en containers para el residente, ingenieros, supervisor de seguridad y ambiental.

Casa de máquinas / Almacén techado: Estructura ligera para resguardar herramientas, equipos menores, materiales delicados (geotextiles, piezómetros) y repuestos.

Comedor / Área de descanso: Espacio cubierto con mesas y bancas para el personal, con servicio de catering externo.

Instalaciones sanitarias: Módulos de baños químicos portátiles y regaderas, conectados a un sistema de fosa séptica temporal o a un contenedor de recolección contratado.

- Patio de Servicio y Taller de Mantenimiento Ligero:

Descripción: Delimitación de un área específica, preferentemente con piso consolidado, para el estacionamiento, revisión y mantenimiento básico de la maquinaria pesada (retroexcavadoras, motoniveladoras, compactadores). Contará con un cobertizo para herramientas y un punto designado para el cambio de aceites y lubricantes, equipado con contenedores secundarios (tinas) y kits para contener derrames.

- Obras de Abastecimiento de Agua y Energía:

Descripción:

Agua: Instalación de una toma de agua temporal (tanque estático o cisterna) conectada a la red municipal o mediante pipas de abastecimiento, para uso en la obra (compactación, control de polvo) y campamento.

Energía: Colocación de un transformador y línea eléctrica provisional desde la red más cercana, o en su defecto, la instalación de plantas de generación eléctrica (generadores) para alimentar oficinas, talleres y alumbrado perimetral de seguridad.

- Obras de Abastecimiento y Almacenamiento:

Descripción: Instalación de un área específica y delimitada para el abastecimiento de diésel de la maquinaria. Consistirá en la colocación de un tanque estacionario de con doble contención (tanque dentro de un tanque o sobre una plataforma con bordillo impermeable). El área estará señalizada con letreros de "PELIGRO - MATERIAL INFLAMABLE" y equipada con extintores y material absorbente para derrames.

ACTIVIDADES PROVISIONALES DE APOYO

- Apertura de Bancos de Préstamo de Material:

Descripción: Identificación, autorización y preparación de un banco de material (terracerías) dentro del predio del proyecto o en un sitio autorizado cercano, para la extracción de tierra y material granular necesario para las obras de terraplén, sub-base

y base del pavimento. Incluirá la limpieza del área, la remoción de la capa vegetal (que se acopiará para restauración) y la secuencia de explotación.

- Mantenimiento y Reparación del Equipo y Maquinaria:

Descripción: Programa diario y semanal de revisión (niveles de fluidos, estado de llantas, filtros) y mantenimiento preventivo de toda la maquinaria pesada y vehículos de la obra. Las reparaciones mayores se canalizarán a talleres externos especializados.

- Gestión y Tratamiento de Residuos de la Construcción:

Descripción: Implementación de un plan de manejo de residuos sólidos y peligrosos desde el primer día de obras. Incluye:

Áreas de acopio temporal: Contenedores diferenciados para residuos inertes (escombro, concreto sobrante), residuos no peligrosos (empaques, madera) y residuos peligrosos (aceites usados, envases de solventes, baterías).

Tratamiento/disposición: Contrato con servicios autorizados para la recolección, transporte y disposición final o reciclaje de cada corriente de residuos. Los lodos de las fosas sépticas serán extraídos por empresas de saneamiento.

- Control Ambiental y de Seguridad en Obra:

Descripción: Actividades continuas como el riego de caminos de acceso y bancos de material para control de polvo, la inspección diaria de las medidas de contención de sedimentos (geomantas, zanjas), la supervisión del manejo de amoniaco y la realización de simulacros de emergencia. Un supervisor ambiental y de seguridad estará en sitio para vigilar el cumplimiento de estas actividades.

II.5.6. Utilización de explosivos

Para el proyecto se establece de manera formal que, no aplica la utilización de explosivos en ninguna de las etapas del proyecto, incluyendo la preparación del sitio, la construcción de la infraestructura de apoyo provisional y la obra principal.

Fundamento Técnico:

Naturaleza de las Obras: Las actividades planeadas consisten principalmente en:

- Movimiento de tierras con maquinaria pesada (corte, relleno y compactación).
- Construcción de pavimentos flexibles (capas granulares y carpeta asfáltica).
- Instalación de infraestructura superficial y subterránea de bajo impacto (drenaje, electrificación, oficinas modulares).
- Estas actividades no requieren de voladuras para la fragmentación de roca.

Condiciones Geotécnicas del Sitio: Con base en los estudios de suelo previstos o realizados para la zona, se anticipa que el terreno está compuesto por materiales granulares y/o arcillosos, propios de la llanura costera de Veracruz, los cuales pueden ser excavados y trabajados eficientemente con el equipo mecánico convencional listado (retroexcavadoras, motoniveladoras, compactadores).

Gestión de Riesgos y Seguridad: La exclusión de explosivos elimina un riesgo significativo de seguridad industrial (para el personal y la comunidad) y reduce la complejidad de los trámites y permisos, alineándose con el principio de utilizar los métodos constructivos más sencillos y seguros disponibles para alcanzar los objetivos del proyecto.

Implicaciones en la Planificación:

No se requiere la contratación de personal especializado en voladuras.

No se necesita la gestión de permisos específicos para el almacenamiento, manejo y uso de explosivos ante la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) u otras autoridades.

No se contempla en el presupuesto la partida para adquisición de explosivos, norias de voladura, o seguros especializados por esta actividad.

Los planes de Seguridad y Protección Ambiental no incluirán protocolos para el manejo de explosivos o la mitigación de vibraciones por voladura.

Esta determinación simplifica los procedimientos operativos y refuerza el compromiso con un método constructivo de menor impacto y riesgo para el entorno ejidal y el personal de obra.

II.6. Generación y manejo integral de los Residuos Peligrosos (RP) y Residuos de Manejo Especial (RME), así como emisiones a la atmósfera y aguas residuales

Estimación de Residuos, Descargas y Emisiones por Etapa del Proyecto

ETAPA 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

Residuos por Generar

- Residuos de Manejo Especial (RME):

  Residuos de tala y desmonte (biomasa vegetal): ~150-200 m³

  Escombros menores (piedras >4" no utilizables): ~50 m³

  Residuos Peligrosos (RP): No aplica en esta etapa.

- Descargas de Aguas Residuales

  Aguas grises de lavado de manos en campamento: ~0.5 m³/día

  No existen descargas industriales en esta etapa.

- Emisiones a la Atmósfera

Material particulado PM10 y PM2.5 por movimiento de tierras: ~15-20 kg/día

Gases de escape de maquinaria diésel (NOx, CO, HC): ~8-10 kg/h-máquina

Emisiones fugitivas de polvo por tránsito vehicular

- Energía Disipada

  Consumo de diésel en maquinaria: ~800-1,000 L/día

  Energía eléctrica para campamento: ~15-20 kWh/día

- Sustancias Peligrosas

  Aceites y lubricantes para maquinaria (almacenamiento temporal)

  Amoniaco en tanque de abastecimiento

ETAPA 2: CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y PAVIMENTACIÓN

Residuos por Generar

- Residuos de Manejo Especial (RME):

  Recortes de geomembrana/geotextil: ~200-300 m²

  Empaques de materiales (plástico, cartón): ~100 kg/día

  Concreto y asfalto sobrante: ~5-10 m³ total

- Residuos Peligrosos (RP):

  Envases vacíos de adhesivos y selladores: ~20-30 unidades

  Material impregnado con hidrocarburos (trapo, absorbentes): ~50 kg

- Descargas de Aguas Residuales

Aguas residuales de sanitarios portátiles: ~1 m³/día

Aguas de lavado de equipos de aplicación de asfalto: ~2 m³/semana

Lixiviados de áreas de mezcla (contenidos y tratados)

- Emisiones a la Atmósfera

Compuestos orgánicos volátiles (COV) de aplicación de asfalto: ~5-8 kg/día

Material particulado de corte y manejo de concreto: ~3-5 kg/día

Emisiones de plantas de asfalto móviles (si aplica): SOx, NOx, CO

- Energía Disipada

Consumo de diésel para plantas y equipo: ~1,200-1,500 L/día

Energía eléctrica para taller y oficinas: ~50-80 kWh/día

Calor por procesos de mezclado asfáltico: ~500-800 MJ/día

- Sustancias Peligrosas

Asfalto caliente (150-180°C)

Aditivos para concreto y asfalto

Solventes para limpieza de equipos

ETAPA 3: INSTALACIÓN DE SERVICIOS Y SISTEMAS

Residuos por Generar

- Residuos de Manejo Especial (RME):

Recortes de tubería PVC/HDPE: ~100-150 kg

Cable eléctrico sobrante: ~50-100 kg

Materiales de instalación de luminarias: ~30-50 kg

- Residuos Peligrosos (RP):

  Aceite dieléctrico de transformadores: ~20-40 L (si aplica)

  Baterías de respaldo: 2-4 unidades

  Lámparas fluorescentes/LED rotas: 5-10 unidades

- Descargas de Aguas Residuales

  Aguas de prueba hidráulica de sistemas: ~5-10 m³ (una vez)

  Aguas de limpieza de tanques de contención: ~2 m³

- Emisiones a la Atmósfera

  Soldadura (si aplica): partículas metálicas, ozono: ~1-2 kg total

  Emisiones de compresores y equipos de prueba

- Energía Disipada

  Consumo de diésel para equipos menores: ~200-300 L/día

  Energía eléctrica para pruebas: ~100-150 kWh/día

ETAPA 4: MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN INICIAL

Residuos por Generar

- Residuos de Manejo Especial (RME):

  Materiales de empaque de mobiliario y equipos: ~200 kg

Residuos de jardinería inicial: ~50 m³

- Residuos Peligrosos (RP):

  Aceites y filtros de primera revisión de sistemas: ~100 L

  Residuos de limpieza de áreas de mantenimiento

- Descargas de Aguas Residuales

  Aguas residuales domésticas de operación inicial: ~2 m³/día

  Aguas de lavado de áreas comunes: ~1 m³/día

- Emisiones a la Atmósfera

  Emisiones de vehículos de supervisión y mantenimiento

  COV de pintura de señalización: ~3-5 kg total

- Energía Disipada

  Consumo de diésel para vehículos de supervisión: ~50-100 L/día

  Energía eléctrica para sistemas en prueba: ~200-300 kWh/día

- Sustancias Peligrosas

  Productos de limpieza especializados

  Insecticidas/herbicidas para áreas verdes (si aplica)

MANEJO INTEGRAL Y ESTIMACIONES ACUMULADAS

Totales Estimados del Proyecto:

Concepto	Cantidad Estimada	Destino/Tratamiento Propuesto

Residuos RME	~450-650 m³	Trituración, reúso, reciclaje o disposición en rellenos autorizados
Residuos RP	~200-300 kg	Manejo por gestor autorizado con manifiesto de residuos peligrosos
Aguas Residuales	~600-800 m³ total	Tratamiento en fosa séptica o por empresa de saneamiento
Consumo de Amoniaco	~40,000-60,000 L total	Para toda la obra
Energía Eléctrica	~15,000-20,000 kWh total	Suministro de CFE y plantas temporales

Medidas de Control y Mitigación:

- Para residuos: Áreas de acopio temporal diferenciadas, contenedores específicos, programa de segregación
- Para aguas: Sistemas de retención de sedimentos, tratamiento temporal, reúso de aguas de proceso
- Para emisiones: Supresión de polvo (riego), mantenimiento óptimo de maquinaria, horarios controlados
- Para energía: Uso eficiente de equipos, programación de actividades, motores de última tecnología
- Para sustancias peligrosas: Almacenamiento en área designada con contención secundaria, hojas de seguridad disponibles, capacitación a personal

Notas Especiales:

- Todas las estimaciones están basadas en un proyecto de ~4-6 meses de construcción
- Los volúmenes pueden variar ±15% dependiendo de condiciones específicas del terreno

- Se implementará monitoreo periódico para ajustar estimaciones durante la ejecución
- Cumplimiento con NOM-161-SEMARNAT-2011 para residuos de construcción

II.6.1. Otras sustancias

Se incorpora al proyecto la instalación y operación de tanques de almacenamiento de amoniaco como servicio complementario al estacionamiento para trailers autotanque. Esta adición modifica significativamente los aspectos ambientales y de seguridad.

INSTALACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Residuos por Generar

- Residuos de Manejo Especial (RME):

  Material de empaque de tanques y equipos: ~100-150 kg

  Recortes de tubería de acero/carbón: ~50-100 kg

  Material sobrante de impermeabilización secundaria: ~30-50 kg

- Residuos Peligrosos (RP):

  Aceites y grasas de montaje de equipos: ~20-30 L

  Envases vacíos de pinturas epóxicas y recubrimientos: ~10-15 unidades

  Materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos: ~25-40 kg

Sustancias Peligrosas

Amoniaco anhidro (NH_3): Material para pruebas del sistema (cantidad mínima)

Recubrimientos epóxicos y pinturas especiales

Gases para soldadura (argon, mezclas)

Solventes para limpieza de tuberías

Residuos Peligrosos (RP)

Lodos de fondo de tanques: ~500-1,000 L/año (RP por características de inflamabilidad y toxicidad)

Aguas de lavado de tanques contaminadas: ~2,000-3,000 L/año (RP)

Filtros de carbón activado saturados de amoniaco: ~10-20 unidades/año (RP)

Materiales absorbentes contaminados con amoniaco: ~50-100 kg/mes (RP)

Residuos de catalizadores de sistemas de tratamiento: ~100-200 kg/año (RP)

Emisiones a la Atmósfera

Emisiones de amoniaco (NH_3) durante operaciones de transferencia: ~10-30 kg/año

Emisiones por respiración de tanques (pérdidas por cambio térmico): ~100-200 kg/año de COV

Emisiones de equipos de bombeo y compresión: NOx, CO, SOx

Sustancias Peligrosas

Amoniaco anhidro (NH_3): ~10,000-40,000 L en almacenamiento (dependiendo de diseño)

Clasificación: Gas tóxico (H331), corrosivo (H314), peligroso para medio acuático (H400)

Presión de almacenamiento: 8-15 bar

Temperatura de almacenamiento: Ambiental o refrigerado

Clasificación: Líquidos inflamables (H225), tóxicos (H304), peligrosos para medio acuático (H411)

Productos químicos para tratamiento: Coagulantes, neutralizantes, inhibidores de corrosión

Gases para sistemas de inertización (nitrógeno)

Infraestructura de Contención y Seguridad:

Sistemas de doble contención para tanques y tuberías

Diques de contención con capacidad para 110% del tanque más grande + lluvia máxima en 24h

Sistemas de detección y alarma de amoniaco

Sistemas de neutralización para fugas de amoniaco (cortinas de agua, tanques de retención ácida)

Equipo de respuesta a emergencias especializado (trajes nivel B, SCBA, kits de reparación)

Capacitación Especializada:

Personal certificado en manejo de amoniaco (normas OSHA/PESST)

Equipos de respuesta a emergencias con químicos

Operadores de plantas de tratamiento físico-químico

Monitoreo y Control Reforzado:

Monitoreo continuo de emisiones de NH_3 y COV en perímetro

Monitoreo de aguas subterráneas en pozos de observación perimetrales

Sistemas de cierre automático y válvulas de aislamiento remoto

Inspecciones trimestrales de integridad de tanques y sistemas

Para el amoniaco (NH_3), el IDLH es de 300 ppm y el TLV-TWA de 25 ppm, siendo un gas tóxico y corrosivo con baja persistencia en aire (días, por reacción atmosférica) pero alta movilidad en agua y suelo, donde puede transformarse en amonio. Tiene baja bioacumulación (Log Kow negativo, -1.38) y Factor de Bioacumulación bajo, pero exhibe alta toxicidad aguda en organismos acuáticos (CL50 de 0.1-2 mg/L para peces), debido a su capacidad de alterar el equilibrio ácido-base y dañar branquias, y toxicidad aguda en organismos terrestres por irritación respiratoria severa. La toxicidad crónica en organismos acuáticos incluye reducción del crecimiento y reproducción en concentraciones subletales, mientras que en organismos terrestres puede causar daño pulmonar crónico y afectar la vegetación por deposición atmosférica.

Capítulo III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo

A continuación, se enlistan de manera enunciativa mas no limitativa los instrumentos jurídicos, normativos o administrativos que regulan la actividad que integra esta actividad.

III.1. Convenios o tratados internacionales

La construcción de un estacionamiento para trailers tipo autotanques (transporte de sustancias peligrosas) en Minatitlán, Veracruz, se vincula directa e indirectamente con varios compromisos internacionales de los que México es parte. Es crucial entender que estos convenios no se aplican automáticamente a un proyecto específico, sino que el Estado mexicano los ha internalizado en su marco jurídico nacional.

Aquí los principales instrumentos internacionales relevantes:

Convenios en Materia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992): Establece principios fundamentales como el Principio Precautorio (Principio 15). Este es clave: si hay amenaza de daño ambiental grave o irreversible, la falta de certeza científica no debe usarse para postergar medidas costo-efectivas.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992): México es parte. Obliga a realizar Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIAs) para proyectos que puedan afectar adversamente la biodiversidad. La MIA para este estacionamiento evalúa el impacto en la flora y fauna local, especialmente si el terreno está cerca de áreas con valor ecológico (como pueden ser zonas cercanas al río Coatzacoalcos o sus afluentes).
- Acuerdo de Escazú (Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe): Este tratado, ratificado por México, garantiza:
  -Acceso a la información ambiental sobre el proyecto.

-Participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales (como la evaluación de la MIA). Los vecinos o comunidades de Minatitlán tienen derecho a ser consultados e informados.

-Acceso a la justicia en casos de daño ambiental o violación a sus derechos.

Convenios en Materia de Seguridad Química y Prevención de Accidentes

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación: Aunque se enfoca en desechos, su filosofía de manejo seguro de sustancias peligrosas permea en las regulaciones para operaciones que las almacenan o transportan.
- Enfoques de Seguridad de Procesos (Process Safety): México, ha adoptado normas inspiradas en estándares internacionales (como los de la OCDE o la OIT) para prevenir grandes accidentes industriales. El diseño del estacionamiento (distancias de seguridad, sistemas contra incendios, contención de derrames) debe alinearse con estas mejores prácticas internacionales.

Convenios en Materia de Cambio Climático

- Acuerdo de París (bajo la CMNUCC): México tiene compromisos de mitigación (NDC). La MIA deberá evaluar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del proyecto de manera integral: no solo las de la construcción, sino también las operativas y proponer medidas de mitigación.

Convenios en Materia de Derechos Humanos

- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales: Establece el derecho a un medio ambiente sano. La Corte Interamericana de Derechos Humanos ha vinculado la salud ambiental con los derechos humanos. Una evaluación deficiente que ponga en riesgo la salud de la comunidad podría considerarse una violación a estos derechos.

- Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales: Si el proyecto se ubica en o cerca de tierras que pertenezcan o sean utilizadas tradicionalmente por comunidades indígenas, se debe realizar un proceso de Consulta Libre, Previa e Informada. Minatitlán y su región tienen presencia de comunidades indígenas.

III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La vinculación del proyecto de estacionamiento para trailers en el Municipio de Minatitlán, Veracruz con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es fundamental y se da a través en varios de sus principios y mandatos. No es una vinculación directa, sino una derivada de cómo los marcos legales secundarios (leyes, reglamentos) aplican al proyecto con la materialización de los principios constitucionales.

Se desglosa la vinculación con los artículos constitucionales más relevantes:

Artículo 1º y 2º: Derechos Humanos y Pueblos Indígenas

- Art. 1º: Establece la obligación de todas las autoridades de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos.
- Art. 2º: Reconoce los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, incluido el derecho a la consulta y al territorio.
- Vinculación: Como se mencionó antes, si en el ejido o zona de influencia hay comunidades indígenas, el proyecto podría activar el derecho a la Consulta Libre, Previa e Informada (derivada del Convenio 169 OIT, integrado a la Constitución vía Art. 1º). Ignorar este derecho podría llevar a la invalidación de los permisos.

Artículo 4º: Derecho a un Medio Ambiente Sano y al Agua

Este es el artículo central para cualquier evaluación de impacto ambiental.

- Párrafo Quinto: *"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho..."*
- Vinculación: El proyecto, al requerir un Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) ante la dependencia, está sometiéndose al mecanismo por el cual el Estado (a

través de la Agencia) garantiza ese derecho. Se debe asegurar que la operación del estacionamiento no degrade el medio ambiente de la comunidad de Rancho Nuevo Carrizal, Minatitlán de manera que vulnere este derecho fundamental. Cualquier riesgo de contaminación de suelo, agua o aire debe ser mitigado.

Artículo 25: Rectoría Económica del Estado y Áreas Estratégicas

- Párrafo Cuarto y Séptimo: Establece que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional y que el sector público tendrá a su cargo áreas estratégicas (como la energía).
- Vinculación: El proyecto está íntimamente ligado al sector energético que es un área estratégica. El proyecto debe alinearse con las políticas y prioridades de desarrollo nacional en materia de energía, pero siempre supeditado a los derechos sociales y ambientales (Artículo 25, párrafo final).

Artículo 27: Propiedad de la Tierra y Recursos Naturales

- Párrafo Tercero: *"La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público..."*
- Vinculación: El proyecto en un ejido (propiedad social) toca directamente este artículo.
    - Modalidades al Dominio (Regulación): El Estado, en interés público (seguridad, ambiente), puede imponer restricciones al uso del suelo ejidal para este fin. El cambio de uso de suelo, si es necesario, debe seguir los procedimientos legales (Ley Agraria).
    - Beneficio Social de la Propiedad: El proyecto debe demostrar que, además del beneficio privado, aporta un beneficio social a la comunidad ejidal (empleos, infraestructura, etc.), principio central de la propiedad social.

Artículo 73, Fracción XXIX-G: Facultad del Congreso para Legislar en Materia Ambiental

- Faculta al Congreso para expedir leyes en materia de protección al ambiente y preservación de la biodiversidad.

- Vinculación: Este es el poder habilitante. Gracias a esta facultad, existen la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA). El proceso de MIA es un mandato de la LGEEPA, que a su vez emana de este artículo constitucional.

Artículo 115: Facultades del Municipio

- Este artículo otorga autonomía a los municipios para, entre otras cosas, aprobar planes de desarrollo urbano municipal, otorgar licencias de construcción y regular el uso del suelo.
- Vinculación: Antes o en paralelo al proceso ante la ASEA (federal), el proyecto debe obtener autorizaciones del Municipio de Minatitlán. Debe cumplir con el Plan de Desarrollo Urbano y el Código de Edificación municipal. Si el proyecto no está permitido en la zonificación del polígono donde se ubica el ejido, no podría avanzar, aunque la ASEA diera su aval ambiental. Es una autoridad concurrente.

III.3. Leyes Generales y Federales, y sus Reglamentos

La vinculación del proyecto con las leyes generales y federales es directa, detallada y obligatoria. Este marco legal es la concreción operativa de los principios constitucionales y los compromisos internacionales.

A continuación, se presenta un análisis estructurado de la vinculación con las principales leyes y sus reglamentos, dividido por materias.

Marco Legal Ambiental y de Impacto

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Vinculación Directa: Es la ley madre de la evaluación ambiental en México. El proyecto requiere una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) porque es una obra o actividad considerada "altamente riesgosa" por manejar sustancias peligrosas (amoniaco).

Artículos Clave: Los artículos 28 a 35-Bis establecen la obligación de presentar una Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA). Define el procedimiento, los contenidos mínimos del estudio y los supuestos para la autorización o negativa.

Obligaciones Derivadas: El promovente debe sujetarse a las condicionantes que la autoridad establezca en la resolución de la MIA, las cuales tienen fuerza de ley.

2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Vinculación: Si el proyecto implica remover vegetación forestal (arbustos, matorrales, árboles) en el terreno del ejido, se requiere una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestal por parte de la SEMARNAT.

Proceso Paralelo: Esta autorización es independiente e indispensable de la MIA. Sin ella, el proyecto no puede proceder físicamente.

Marco Legal Agrario y de Ordenamiento Territorial

1. Ley Agraria

Vinculación Crítica: Dado que el terreno es ejidal (Rancho Nuevo Carrizal), esta ley es fundamental.

-Se requiere el consentimiento de la Asamblea Ejidal para el arrendamiento o uso del terreno.

-Puede requerirse un cambio de destino de las tierras ejidales, de uso agropecuario a uso industrial/comercial.

-Se debe cumplir con el procedimiento notarial y de registro ante el Registro Agrario Nacional (RAN).

-Sin este cumplimiento, ningún permiso ambiental o municipal puede ser válido.

2. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y Ley Estatal/Plan Municipal de Desarrollo Urbano

Vinculación: Establece que los usos de suelo deben apegarse a los instrumentos de planeación territorial.

-El proyecto debe verificar que en el Plan de Desarrollo Urbano de Minatitlán la zona esté designada para uso industrial, de servicios o compatible con una terminal de transporte/logística.

-Se requiere la licencia de construcción y el dictamen de alineamiento y número oficial del municipio.

Marco Legal de Aguas y Residuos

1. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

Vinculación: Si el proyecto:

Realiza descargas de aguas residuales, necesita un permiso de descarga de la CONAGUA.

Ocupa o aprovecha cuerpos de agua nacionales (cauces, zonas federales), requiere concesión.

Realiza obras de infraestructura que afecten el escurrimiento superficial, necesita autorización.

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

Vinculación: El proyecto generará residuos sólidos urbanos y, residuos de manejo especial (lodos de trampas de grasas, residuos de mantenimiento) y residuos peligrosos (trapo con hidrocarburos, aceites usados). Deberá:

Contratar un manifiesto de manejo de residuos peligrosos con una empresa autorizada.

Elaborar un Plan de Manejo de Residuos.

Cumplir con la NOM-161-SEMARNAT-2011 sobre separación y reporte.

El proyecto debe navegar por un "embudo normativo" donde cada ley y reglamento impone requisitos que se superponen y complementan:

Nivel Agrario/Municipal (Puerta de Entrada): Cumplir con Ley Agraria (Asamblea Ejidal, RAN) y obtener licencia municipal de uso de suelo y construcción.

Nivel Ambiental Federal (Núcleo): Elaborar y obtener la autorización de la MIA y el ERA ante la ASEA, cumpliendo con la LGEEPA y el Reglamento de la ASEA. En paralelo, gestionar el cambio de uso de suelo forestal ante SEMARNAT si aplica.

Nivel Operativo/Sectorial: Diseñar y construir la obra cumpliendo al 100% con las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) aplicables (NOM-005-ASEA-2016 sobre almacenamiento, NOM-028-STPS sobre seguridad en plantas de proceso) y los lineamientos de la ASEA.

Nivel de Cumplimiento Continuo: Una vez operando, dar seguimiento a las condicionantes de la MIA, mantener los permisos de descarga (CONAGUA), manejar residuos (LGPGIR), y someterse a las auditorías e inspecciones de la ASEA.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

La vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) es el nivel más concreto y técnico de la regulación. Las NOMs son las especificaciones obligatorias que dictan el "cómo" se deben hacer las cosas en materia de seguridad, medio ambiente, salud y calidad. Para un estacionamiento de autotanques, el cumplimiento de las NOMs no es una opción; es el núcleo de la viabilidad técnica y legal.

Aquí se presenta la vinculación organizada por áreas de impacto:

NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, OPERATIVA Y PROCESOS (Emisor Principal: ASEA)

Estas son las más críticas y específicas para el proyecto. La ASEA ha emitido NOMs que son de estricto cumplimiento.

1. NOM-EM-ASEA-2023: Almacenamiento de petrolíferos. Aplicación parcial pero crucial. Aunque el proyecto es un estacionamiento y no un centro de almacenamiento, muchos de sus principios se aplican: distancias de seguridad entre tanques/vehículos, sistemas de protección contra incendios, diques de contención para derrames, señalización, planes de respuesta a emergencias.
2. NOM-028-STPS-2012: Sistemas de protección contra incendios en centros de trabajo. Aplicación obligatoria. Dicta los requisitos para extintores, hidrantes, redes hidráulicas, brigadas contra incendio y señalización en el estacionamiento.
3. NOM-026-STPS-2008: Colores y señales de seguridad e higiene. Aplicación obligatoria. Define cómo deben señalizarse áreas de riesgo, rutas de evacuación, ubicación de equipos de emergencia y prohibiciones.

NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (Emisor: STPS)

Aplican a todos los centros de trabajo y protegen a los trabajadores del propio estacionamiento.

1. NOM-030-STPS-2009: Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo. Obliga a contar con un médico del trabajo, a realizar exámenes médicos y a establecer un programa de seguridad e higiene específico para el sitio.
2. NOM-031-STPS-2011: Construcción - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Rige durante la fase de construcción del estacionamiento (instalación de pavimento, oficinas, sistemas eléctricos, diques).

NORMAS AMBIENTALES (Emisor: SEMARNAT/ASEA)

1. NOM-052-SEMARNAT-2005: Características de los residuos peligrosos. Aplicación obligatoria. Define qué se considera residuo peligroso (trapos con hidrocarburos, aceites usados, lodos contaminados). El proyecto debe clasificar y manejar sus residuos bajo esta norma.
2. NOM-053-SEMARNAT-1993: Procedimiento para realizar la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Es el complemento analítico de la NOM-052.

3. NOM-054-SEMARNAT-1993: Transporte de residuos peligrosos. Aplicará si el proyecto contrata a un tercero para retirar sus residuos peligrosos (debe verificar que el transportista cumpla esta NOM).
4. NOM-155-SEMARNAT-2007: Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua. Aplicable si el estacionamiento tendrá lavado de unidades o talleres y descarga a un cuerpo de agua. Debe cumplir los límites o tratar sus aguas.
5. NOM-161-SEMARNAT-2011: Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC). Obligación de reporte. El operador debe registrar y reportar anualmente las emisiones al aire, agua y suelo, así como la generación y manejo de residuos peligrosos, si supera los umbrales establecidos.
6. NOM-131-ASEA-2018: Medidas de protección ambiental para la prevención y control de la contaminación del suelo y cuerpos de agua en actividades del sector hidrocarburos. Vinculación Concreta: Es fundamental para el MIA/ERA. Regula:
    a. Diseño de contenciones: Especifica la capacidad volumétrica de los diques de contención (debe ser al menos 110% del volumen del tanque más grande o criterio de riesgo). El proyecto debe justificar el cálculo.
    b. Impermeabilización: Establece características para los materiales del piso y diques para prevenir infiltración.
    c. Sistemas de drenaje y control: Diseño de trampas de grasas, separadores agua-aceite y sistemas de recolección de aguas pluviales potencialmente contaminadas.
    d. Monitoreo: Puede requerir la instalación de pozos de monitoreo de agua subterránea si la ASEA determina un riesgo significativo.
    e. Plan de remediación: Exige tener un plan detallado para responder a derrames y remediar suelos o agua contaminada.
7. NON-121-ASEA-2017: Lineamientos para la integración del análisis de riesgo como parte de los estudios de riesgo ambiental. Vinculación Concreta: Esta MON dicta cómo se debe hacer el Análisis de Riesgo que forma parte central del Estudio de Riesgo Ambiental (ERA). Define:
    a. Metodologías aceptables (Análisis What-If, HAZOP, Índice de Peligro).

b. Los escenarios de accidente que deben modelarse (fuga, incendio pool fire, BLEVE).
c. Los criterios de evaluación y aceptabilidad del riesgo.
d. El ERA del proyecto debe seguir al pie de la letra estos lineamientos.

NORMAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL EN ACTIVIDADES HIDROCARBURÍFERAS (Emisor: ASEA)

1. NOM-EM-ASEA-001: Prevención de la contaminación del suelo y cuerpos de agua en actividades del sector hidrocarburos. Aplicación directa y central. Establece los requisitos para:
    a. Diques de contención (capacidad, impermeabilización).
    b. Sistemas de detección de derrames.
    c. Programas de monitoreo de suelo y agua subterránea.
    d. Planes de remediación en caso de contaminación.
    e. Esta norma será fundamental para el diseño físico del estacionamiento (pisos, pendientes, colectores).

2. NON-129-ASEA-2017: Medidas de prevención de accidentes en el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas. Vinculación Concreta: Aplica a toda la cadena de manejo de petrolíferos. Para el estacionamiento, es clave en:

-Identificación de riesgos: Obliga a realizar análisis específicos de los peligros asociados al estacionamiento masivo de unidades cargadas.
-Plan de prevención de accidentes: Exige integrar este plan como parte de los documentos operativos. Este plan será revisado por la ASEA.
-Capacitación: Establece contenidos mínimos de capacitación para el personal en temas de seguridad y respuesta.

NORMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN DE RIESGOS

1. NOM-018-STPS-2015 (Sistema Armonizado): Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los

centros de trabajo. Obligatoria. Requiere que se elaboren y mantengan hojas de datos de seguridad de las sustancias manejadas y que se capacite a los trabajadores sobre los riesgos.

Las NOMs son la traducción práctica y obligatoria de las leyes generales. Para el proyecto, no existe separación entre el diseño/operación y el cumplimiento de NOMs; son una sola cosa. La MIA y el ERA ante la ASEA serán el documento de prueba que demuestre, con estudios técnicos y especificaciones de ingeniería, que el proyecto desde su concepción está alineado con este extenso marco normativo.

NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

1. NOM-018-STPS-2015: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo
2. NOM-010-STPS-2014: Condiciones de seguridad para el almacenamiento y manejo de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo
3. NOM-005-STPS-1998: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas

III.5. Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

La vinculación del proyecto con los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) es fundamental y determinante para su viabilidad legal. Los POET son instrumentos de política ambiental que establecen reglas de uso del suelo desde una perspectiva ecológica, definiendo dónde y en qué condiciones se pueden desarrollar actividades productivas.

Para el proyecto en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal, este análisis es crítico porque podría encontrar restricciones absolutas o condicionadas. Base Legal, Artículo 20 Bis de la LGEEPA y su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Jerarquía: Tiene fuerza vinculante para todas las dependencias federales, estatales y municipales. Es

decir, la ASEA NO puede autorizar un proyecto que vulnere las disposiciones del POET vigente en la zona.

TIPOS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO QUE APLICAN

Su proyecto debe verificar el cumplimiento en TRES niveles de ordenamiento:

Nivel	Instrumento	Ámbito	Autoridad	Vinculación
Federal/Regional	Ordenamiento Ecológico Regional	Regiones ecológicas compartidas por varios estados	SEMARNAT (con participación estatal)	Si existe, establece las reglas generales para toda la cuenca. Puede restringir actividades riesgosas cerca de ríos
Estatal	Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Veracruz	Todo el territorio estatal	Secretaría de Medio Ambiente de Veracruz (SEDEMA)	Define las UGA en todo el estado y las aptitudes para cada actividad. Determina si la zona del ejido es "Apta", "Apta condicionada" o "No apta" para industria/logística
Local/Municipal	Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Minatitlán	Territorio municipal	Municipio de Minatitlán, avalado por SEDEMA	Precisión a escala local. Puede definir subzonas con reglas específicas dentro del ejido. Si existe, es de cumplimiento obligatorio

El POET no es un trámite más; es un filtro de viabilidad territorial. Un proyecto que cumple con todas las NOMs, pero que se ubica en una UGA donde su actividad está prohibida, será rechazado. Por el contrario, un proyecto que desde su diseño se ajusta a los criterios del POET, demuestra una planeación responsable y tiene una alta probabilidad de éxito en la evaluación de la ASEA.

III.6. Planes de Desarrollo Urbano (PDU)

Para el proyecto, obtener la licencia de uso de suelo y construcción del Municipio depende íntegramente del cumplimiento del PDU. Sin este visto bueno municipal, ningún permiso federal puede proceder.

Se fundamenta en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Veracruz. Es de cumplimiento obligatorio y es competencia exclusiva del Municipio de Minatitlán. La ASEA y la SEMARNAT requerirán la licencia municipal como un requisito previo o concurrente. Es decir, el PDU es la puerta de entrada legal al territorio municipal.

El presente proyecto se ha diseñado en estricto apego a las disposiciones establecidas en el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Minatitlán, Veracruz, vigente. La ubicación del predio en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal corresponde a una zona clasificada para uso de suelo industrial y/o de servicios de transporte, conforme al Certificado de Zonificación emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano municipal el día 20 de julio de 2023 con folio interno 259. El diseño cumple con todos los parámetros urbanísticos aplicables, incluyendo los coeficientes de ocupación y utilización del suelo (COS y CUS), los retiros frontales y laterales reglamentarios, y garantiza el acceso desde una vialidad con jerarquía apta para el tráfico pesado, tal como lo establece el Programa de Vialidad municipal. Asimismo, se han considerado las condicionantes de infraestructura, comprometiéndose a ejecutar las obras complementarias que deriven de la **licencia de construcción correspondiente CNO/448/2023**, asegurando así la plena factibilidad urbana y la integración ordenada del proyecto al entorno municipal.

III.7. Programas de recuperación y restablecimiento de zonas de restauración ecológica

Vincular el proyecto a Programas de Recuperación y Restablecimiento de Zonas de Restauración Ecológica es una estrategia proactiva de responsabilidad ambiental que

puede fortalecer significativamente la MIA y la aceptación social. Esto demuestra una visión de impacto neto positivo, no solo de mitigación.

Aquí se presenta la vinculación con los programas relevantes y cómo integrarlo estratégicamente.

MARCO NORMATIVO Y PROGRAMÁTICO DE REFERENCIA

A. Nivel Federal:

- Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENBIOMEX) y su Plan de Acción 2030: Incluye líneas de trabajo para la restauración de ecosistemas terrestres y la conectividad del paisaje.
- Programa Especial de Cambio Climático (PECC): Promueve acciones de restauración y conservación de ecosistemas como sumideros de carbono.
- Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES) - CONANP: Aunque enfocado a ANPs, su filosofía de vincular desarrollo con conservación es relevante.

B. Nivel Regional/Estatal (VERACRUZ):

- Programa Veracruzano ante el Cambio Climático: Incluye metas de restauración ecológica y reforestación.
- Programa Estatal de Desarrollo Urbano y/o Programas Regionales: Pueden identificar corredores verdes o áreas de valor ambiental a recuperar.

C. Nivel Local (Minatitlán/Región Coatzacoalcos):

- Programa de Desarrollo Municipal: Puede incluir proyectos de recuperación de áreas verdes, arbolado urbano o rehabilitación de márgenes de ríos.
- Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas Estatales o Municipales cercanas (si existen): Suelen tener programas de restauración de su zona de influencia.

III.8. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas vigentes (Federales, Estatales y Municipales)

El predio del proyecto, ubicado en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal, no se encuentra inmerso dentro del polígono de ninguna Área Natural Protegida (ANP) federal o estatal. No existen decretos de ANP municipales que incidan sobre el polígono, según la Dirección de Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Minatitlán.

El proyecto se localiza, no obstante, dentro de la cuenca hidrológica prioritaria del Río Coatzacoalcos. En atención a lo anterior, y en apego a los criterios de conservación del POET Estatal, el proyecto incorpora las siguientes medidas para garantizar la compatibilidad y contribuir a la conectividad ecológica regional:

1. Respeto absoluto de la franja federal de protección del cauce más cercano, evitando cualquier descarga o intervención.

Con esta medida, el proyecto se alinea con los objetivos de conservación de los instrumentos de manejo de la región, minimizando su presión sobre los ecosistemas remanentes.

III.9. Bandos y reglamentos municipales

El presente proyecto se somete al cumplimiento integral de la normatividad del H. Ayuntamiento Constitucional de Minatitlán, Veracruz. Su diseño y operación se adecúan a las disposiciones del Bando de Policía y Buen Gobierno, el Reglamento de Construcción, el Reglamento de Desarrollo Urbano y el Reglamento de Protección al Ambiente del municipio, vigentes. En específico:

- El diseño arquitectónico y estructural ha sido desarrollado por profesionales registrados y cumple con todas las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción local, garantizando la seguridad estructural y las condiciones de habitabilidad.

- La operación del estacionamiento respetará los límites de ruido establecidos en el Bando Municipal (máximo 65-68 dB durante el día y 65-68 dB durante la noche), implementando barreras acústicas y horarios de maniobras restringidos.
- El manejo de residuos sólidos urbanos se realizará conforme al Reglamento de Limpia Pública, contratando el servicio oficial o a un proveedor autorizado.
- Se gestionará la Licencia de Construcción correspondiente y los permisos de anuncios previos al inicio de obras.

El proyecto, por lo tanto, se integra al ordenamiento legal municipal y asume las obligaciones fiscales y de policía que de él derivan.

INSTRUMENTOS MUNICIPALES CLAVE PARA EL PROYECTO

Instrumento Municipal	Vinculación Directa con el Proyecto	Artículos/Disposiciones Relevantes
BANDO DE POLICÍA Y BUEN GOBIERNO	Norma suprema municipal. Establece obligaciones generales de los ciudadanos y comercios.	• Artículos sobre ruido: Límites de decibeles y horarios para operación de maquinaria pesada. • Artículos sobre emisiones de humo: Prohibición de humos visibles y olores ofensivos. • Artículos sobre circulación de vehículos: Restricciones de peso, dimensiones y horarios para tráfico pesado en vías secundarias. • Disposiciones sobre protección civil: Obligación de contar con medidas contra incendios y planes de emergencia.
REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN	Determina la viabilidad física y técnica del proyecto.	• Normas Técnicas Complementarias: Especificaciones para cimentación, estructuras, materiales, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias. • Procedimiento para Licencia de Construcción: Requisitos documentales, planos, firmas de peritos responsables (Director de Obra, Corresponsable de Instalaciones). • Distancias y Retiros: Mínimos entre construcciones, linderos y vialidades.

		• Estacionamientos: Requisitos de número y dimensiones de cajones.
REGLAMENTO DE DESARROLLO URBANO	Operativiza el Plan de Desarrollo Urbano	• Procedimiento para Cambio de Uso de Suelo. • Cálculo de derechos y contribuciones por construcción. • Reglas para la Zonificación y sus usos específicos.
REGLAMENTO DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y ECOLOGÍA	Establece obligaciones ambientales locales	• Manejo de residuos sólidos urbanos y de construcción. • Protección de la vegetación y arbolado urbano. • Control de emisiones a la atmósfera (polvos, material particulado). • Uso racional del agua y descargas al drenaje municipal.

III.10. Estrategias y programas derivados del plan nacional

La vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y sus programas derivados es fundamental para demostrar que el proyecto se alinea con las políticas y prioridades estratégicas del Gobierno de México. Esto trasciende el mero cumplimiento legal y posiciona el proyecto como un contribuyente al desarrollo nacional, lo cual puede influir positivamente en su evaluación integral.

El actual PND 2024-2030, publicado en el DOF el 30 de abril de 2024, establece Tres Ejes Generales y 11 Objetivos Prioritarios. Aquí se analiza la vinculación del proyecto con los más relevantes.

Eje / Objetivo Prioritario del PND	**Vinculación Directa con el Proyecto**	**Argumentación Estratégica para la MIA**
EJE 1: Soberanía y seguridad energética *(Objetivo 1. Garantizar la soberanía y seguridad energética)*	Vinculación fuerte y directa. El proyecto es infraestructura de apoyo logístico para el transporte de petroquímicos, un insumo energético estratégico.	El estacionamiento fortalece la cadena de suministro logístico del sector energético nacional, contribuyendo a la seguridad operativa y la continuidad del transporte de petrolíferos. Al ofrecer un sitio seguro y regulado para el descanso de operadores, reduce riesgos en carretera y mejora la eficiencia del

		transporte, alineándose con la meta de un sector energético robusto e integrado.
EJE 2: AUTOSUFICIENCIA Y CRECIMIENTO económico *(objetivo 4. Promover el desarrollo económico sostenible e incluyente)*	Vinculación directa en inversión y empleo. El proyecto genera inversión privada, empleos locales directos e indirectos (construcción, seguridad, mantenimiento) y dinamiza la economía local en Minatitlán.	El proyecto es un detonante de desarrollo económico local. Genera empleos formales en una región con historial industrial, promueve la inversión en infraestructura y puede atraer más servicios complementarios (talleres, restaurantes), creando un clúster logístico local.
EJE 2: AUTOSUFICIENCIA Y CRECIMIENTO económico *(objetivo 5. Fortalecer las cadenas de producción y logística nacionales)*	Vinculación estratégica. El proyecto es un eslabón en la cadena logística nacional de petroliferos.	Al mejorar la eficiencia y seguridad del transporte terrestre de energéticos en un corredor estratégico del sureste (Veracruz), el proyecto fortalece la red logística nacional, haciéndola más resiliente y confiable para la industria.
EJE 3: BIENESTAR Y DESARROLLO humano *(objetivo 8. Promover el desarrollo regional sostenible)*	Vinculación por impacto regional. El proyecto debe diseñarse para integrarse sosteniblemente al desarrollo de la región de Minatitlán, no solo explotarla.	El proyecto se compromete a un modelo de desarrollo regional sostenible: contrata mano de obra local, establece programas de vinculación con el ejido, invierte en medidas ambientales que benefician a la comunidad (reforestación) y paga impuestos que mejoran la hacienda municipal.
Transversal: seguridad y protección civil	Vinculación intrínseca. La operación segura es la razón de ser del proyecto	El proyecto eleva los estándares de seguridad en el transporte de sustancias peligrosas en la región, al sacar a los autotanques de estacionamientos improvisados e inseguros. Su Plan de Respuesta a Emergencias se coordinará con los protocolos nacionales y estatales de protección civil, contribuyendo a la seguridad nacional.

El proyecto de Estacionamiento para Trailers en Minatitlán, Ver., se conceptualiza y diseña en plena sintonía con las metas estratégicas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2024-2030. Su desarrollo contribuye de manera tangible a varios de sus objetivos prioritarios:

1. En el Eje de Soberanía Energética, el proyecto constituye infraestructura logística de apoyo que fortalece la cadena de transporte terrestre de hidrocarburos y petrolíferos contribuyendo a la seguridad, eficiencia y continuidad operativa de un sector estratégico para la nación.

2. En el Eje de Autosuficiencia Económica, representa una inversión productiva que genera empleos formales y dinamiza la economía local de Minatitlán, además de robustecer un eslabón crítico en las cadenas de logística nacional.
3. En el Eje de Bienestar y Desarrollo Regional, el proyecto se compromete a un modelo de desarrollo sostenible e incluyente, mediante la contratación local, el respeto a los usos y costumbres del ejido que beneficia a la comunidad y se alinea con el Programa Sectorial de Medio Ambiente.
4. Como un compromiso transversal, el proyecto eleva los estándares de seguridad industrial y protección civil en la región, al ofrecer un sitio controlado y regulado para la operación de transporte de sustancias peligrosas, coordinándose con los protocolos del Programa Nacional de Protección Civil.

Por lo tanto, más allá del estricto cumplimiento regulatorio, el proyecto se enmarca como una acción concreta de política pública descentralizada, alineada con la visión de desarrollo integral, soberano y sostenible que establece el PND.

III.11. Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG) aplicables.

Las DACG es un nivel técnico-administrativo crítico y específico que opera entre las leyes/reglamentos y la ejecución práctica. Las DACG son instrucciones obligatorias emitidas por las autoridades (como la ASEA, SEMARNAT, CRE) para detallar procedimientos, formatos, especificaciones técnicas y criterios de cumplimiento. Para el proyecto, las DACG de la ASEA son las más relevantes, pero no las únicas.

DACG EMITIDAS POR LA ASEA (LAS MÁS CRÍTICAS)

La ASEA publica DACG para operativizar la Ley de la ASEA y su Reglamento. Son de cumplimiento obligatorio y directo.

DACG de la ASEA	Objeto y Vinculación Directa con el Proyecto

DACG-ASEA-2022-001 "Lineamientos para la presentación y evaluación del Estudio de Riesgo Ambiental y del Análisis de Riesgo..."	Contenido mínimo y estructura del ERA. Metodologías aceptadas para el análisis de riesgo. Formatos específicos para presentar los resultados. Criterios de aceptabilidad del riesgo.
DACG-ASEA-2020-XXX "Lineamientos para la elaboración, implementación y mantenimiento del Plan de Respuesta a Emergencias..."	Establece el contenido obligatorio del Plan Interno de Respuesta a Emergencias (PIRE), que es anexo a la MIA. Define escenarios, organización de brigadas, recursos, coordinación con autoridades.
DACG-ASEA-2019-XXX "Criterios para la instrumentación de programas de supervisión, mantenimiento y prueba de sistemas de seguridad..."	Aplica para la fase operativa. Establece la frecuencia y el tipo de mantenimiento que deben tener los sistemas de seguridad

DACG EMITIDAS POR SEMARNAT (Complementarias)

DACG de la SEMARNAT	Objeto y Vinculación Directa con el Proyecto
DACG establece los Lineamientos para la elaboración y presentación de la Cédula de Operación Anual (COA) o del Reporte Anual.	Vincularía en fase operativa. El proyecto, como generador de residuos peligrosos y emisiones, probablemente deba presentar un reporte anual ante SEMARNAT/ASEA. Debe preparar sus sistemas de monitoreo para recabar los datos en el formato y con la periodicidad que esa DACG exija.
DACG sobre los criterios técnicos para el muestreo y medición de emisiones.	Será la referencia para cualquier monitoreo de emisiones que la ASEA condicione como parte de la MIA.

Capítulo IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

IV.1.1 Delimitación del Área de Influencia (AI)

La zona de estudio se localiza en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal, perteneciente al Municipio de Minatitlán, en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. El predio se sitúa a una altitud promedio de 20 metros sobre el nivel del mar (msnm).

El municipio de Minatitlán presenta los siguientes límites territoriales:

- Al Norte: Coatzacoalcos
- Al Noreste: Ixhuatlán del Sureste
- Al Este: Moloacán
- Al Sur: Estado de Oaxaca
- Al Suroeste: Hidalgotitlán
- Al Noroeste: Cosoleacaque

La cabecera municipal dista aproximadamente 400 kilómetros por carretera de la capital del estado, Xalapa. El municipio posee una extensión territorial de 4,123.91 km², lo que representa el 5.66% de la superficie total del estado de Veracruz.

Para este proyecto, se propone la siguiente delimitación del Área de Influencia (AI):

Factor Determinante / Tipo de Impacto	**Criterio de Delimitación**	**Área de Influencia Propuesta (Radio/Extensión)**
A. IMPACTOS DIRECTOS (Área Directa de Influencia)	Límite físico del proyecto + zona de construcción y acceso.	Polígono del predio + 100 metros perimetrales. Incluye toda el área que será modificada físicamente (desmonte, nivelación, pavimentación) y su zona de amortiguamiento inmediato.
B. IMPACTOS POR RIESGO DE ACCIDENTES (Área de Influencia por Riesgo)	Modelación de escenarios de accidente (fuga, incendio, explosión). Es el más crítico.	Radio variable entre 500 m y 2 km. Incluye toda la población, infraestructura crítica (escuelas, hospitales) y vías de comunicación dentro del radio de afectación del peor escenario creíble.
C. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO		
Calidad del Aire	Dispersión de emisiones fugitivas (COVs) y por combustión (generadores, vehículos). Modelación de dispersión de contaminantes criterio (NOx, PM10).	Radio de 1 a 3 km desde el centro del predio, siguiendo la rosa de vientos predominante (dirección NE-SW en la región).
Ruido	Propagación del ruido de motores, maniobras y generadores. Curvas isofónicas.	Radio de 500 a 800 m. El sonido de baja frecuencia de los trailers viaja largas distancias en zonas rurales.

Hidrología Superficial	Alteración de escurrimientos y posible contaminación por derrames. Cuenca hidrográfica inmediata.	Microcuenca o subcuenca que drena hacia el cuerpo de agua más cercano (posiblemente un afluente del Río Coatzacoalcos). Puede extenderse 3-5 km aguas abajo del predio.
Suelos	Riesgo de contaminación por infiltración.	Predio + 250 m perimetrales (considerando pendientes y dirección de flujo de aguas subterráneas).
D. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIOLÓGICO	Corredores de fauna, hábitat de especies, zonas de alimentación.	Radio de 1 a 2 km. Especies con ámbito hogareño amplio (aves, mamíferos medianos). Zona industrial y de casas habitación.
E. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO	Percepción, tránsito, economía local, uso de recursos.	Radio de 5 km. Incluye el Ejido Rancho Nuevo Carrizal completo, poblados aledaños (Otra Banda, Francisco I. Madero) y los accesos viales utilizados por los trailers (Carretera Minatitlán-Coatzacoalcos). También áreas de valor paisajístico o turístico.

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

IV.2.1 Aspectos Abióticos

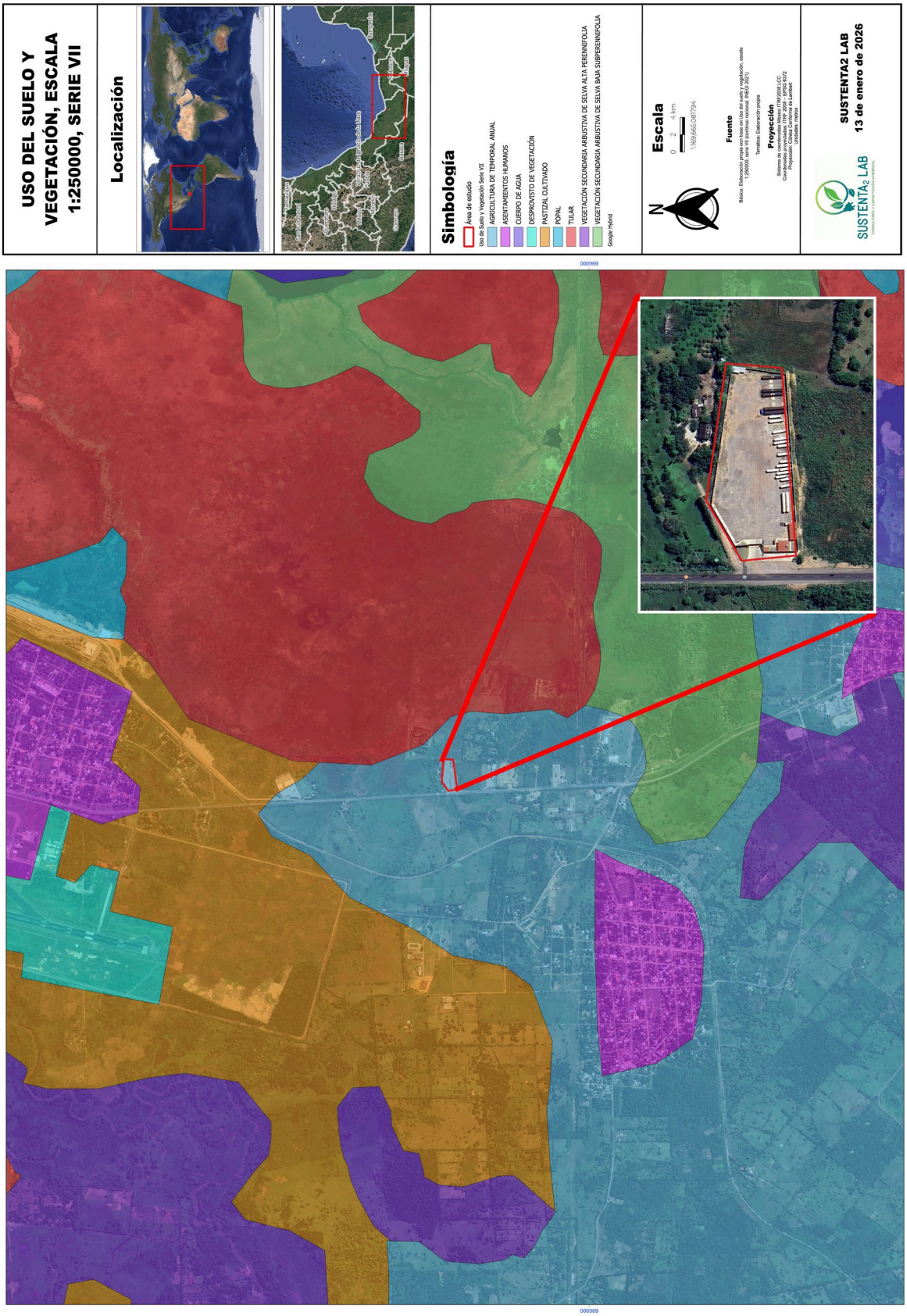
CONTEXTO GEOGRÁFICO GENERAL DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN

El municipio de Minatitlán se localiza en el extremo sureste del estado de Veracruz, en la Región Olmeca. Es un municipio costero del Golfo de México, con una porción de su territorio en la Llanura Costera del Sotavento y otra en las estribaciones de la Sierra de Huayacocotla. Su posición estratégica en la desembocadura del río Coatzacoalcos lo ha convertido en un polo industrial e histórico de la industria petrolera nacional.

ASPECTOS ABIÓTICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN

A. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

- Provincia Fisiográfica: Llanura Costera del Golfo Sur (Cordillera Neovolcánica Transversal y Llanura Costera).
- Subprovincia: Llanura y Lomerío de la Planicie Costera de Veracruz.
- Relieve: Predominantemente plano a semiplano (0-5% de pendiente), con elevaciones que oscilan entre 10 y 50 msnm en la zona costera y de llanura. Hacia el sur y suroeste, en límite con Oaxaca, se presentan lomeríos y cerros bajos que alcanzan hasta 200-400 msnm, correspondientes a las estribaciones de la Sierra.
- Unidades Geológicas (INEGI): Depósitos aluviales y lacustres recientes (Qal) en las márgenes del río Coatzacoalcos y zonas inundables. Rocas sedimentarias del Terciario (Paleógeno-Neógeno), como lutitas, areniscas y conglomerados, en las zonas de lomerío. Presencia de rocas ígneas extrusivas (basaltos) asociadas al vulcanismo de Los Tuxtlas en el extremo norte.
- Suelos: Son de origen aluvial y volcánico. Los Fluvisoles (suelos jóvenes de depósitos fluviales, fértiles pero inundables) dominan cerca de los ríos. En las zonas más estables se encuentran Vertisoles (arcillosos, con grietas profundas en sequía) y Luvisoles (con acumulación de arcilla en el subsuelo). En lomeríos, Regosoles (poco desarrollados) y Acrisoles (ácidos).


USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN, ESCALA 1:250000, SERIE VII
Localización
Simbología
Área de estudio
Uso del Suelo y Vegetación Serie VII
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL
ASENTAMIENTOS HUMANOS
CUERPO DE AGUA
DESPROVISTO DE VEGETACIÓN
PASTIZAL CULTIVADO
POPAL
TULAR
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA ALTA PERENNIFOLIA
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA SUBPERENNIFOLIA
Google Hybrid
Escala
0 2 4 km
1:169,665.08794
N
Fuente
Básico: Elaboración propia con base en Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional, INEGI, 2021)
Temático: Elaboración propia
Proyección
Sistema de coordenadas: México ITRF2008 (LCC)
Datum: International Terrestrial Reference Frame 2008
Proyección: Cónica Conformal de Lambert
Unidades lineales: metros
SUSTENTA2 LAB
13 de enero de 2026
SUSTENTA2 LAB

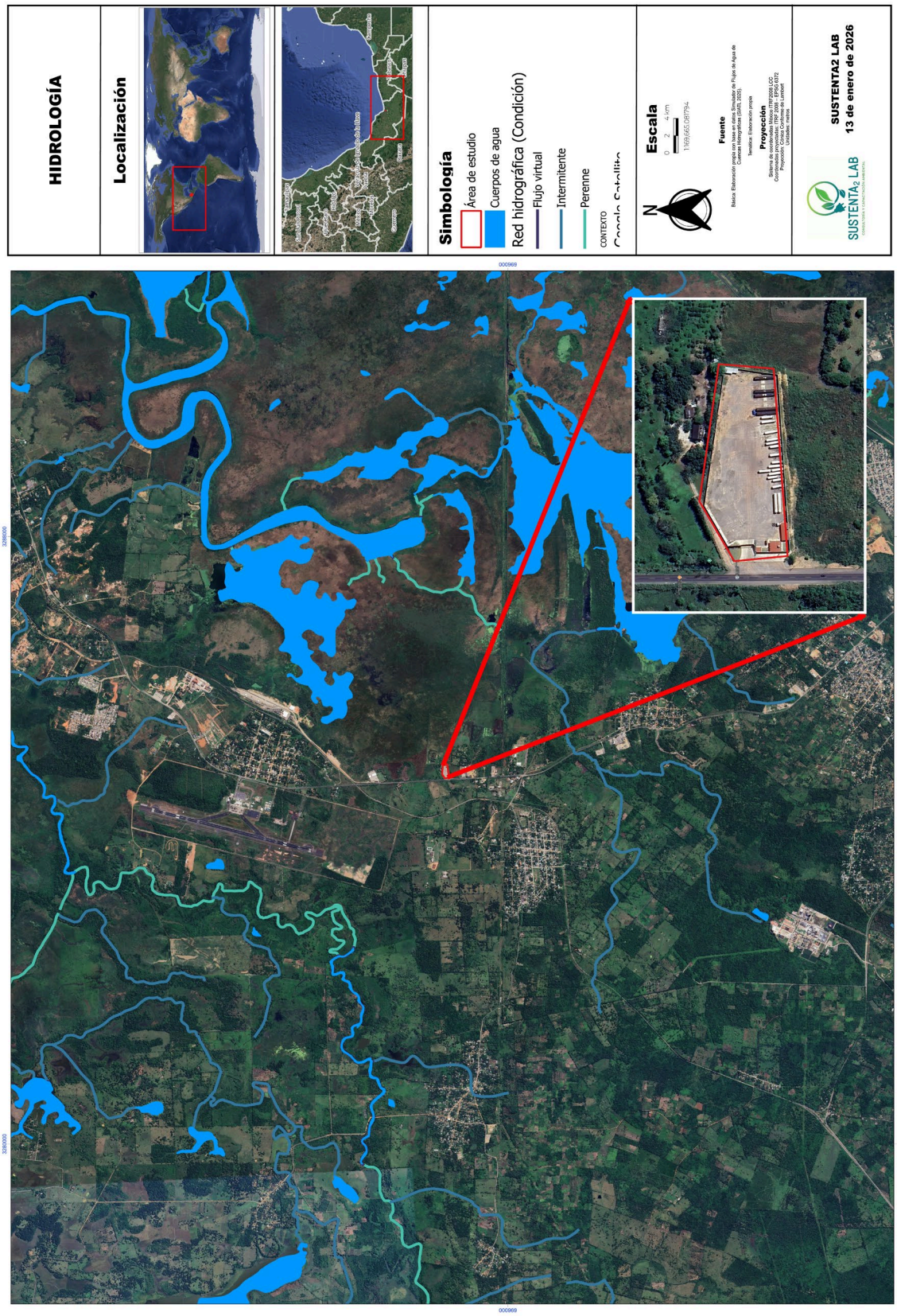
B. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

- Clima (Clasificación de Köppen-García, modificada por INEGI): Clima Am (monzónico) y Af (tropical húmedo con lluvias todo el año). Es uno de los municipios más lluviosos de México.
- Temperatura Media Anual: 25°C a 26°C.
- Temperatura Máxima Media: 32-34°C (mayo).
- Temperatura Mínima Media: 18-20°C (enero).
- Precipitación Media Anual: Entre 2,800 y 3,500 mm. Máximo en verano (junio-sept) y un periodo de "lluvias invernales" (secanas) en diciembre-enero.
- Evaporación Potencial: Alta, >2,000 mm anuales.

Hidrología:

- Cuenca Principal: Río Coatzacoalcos (una de las cuencas más importantes y contaminadas del país). El municipio es atravesado por su cauce principal y su desembocadura en la Barra de Coatzacoalcos.
- Afluentes Principales en el Municipio: Río Uxpanapa, Río Calzadas, Río Nanchital, Arroyo Limón.
- Cuerpos de agua: Abundantes canales, lagunas costeras y esteros como parte del sistema deltaico (ej. Laguna del Ostión, Laguna de las Ilusiones).
- Hidrogeología: Acuíferos aluviales de alta productividad pero vulnerables a la contaminación. Nivel freático somero (<5 m de profundidad en zonas planas).


MAPA DE CLIMAS
Localización
Simbología
Área de estudio
Unidades Climáticas
Cálido húmedo
Cálido subhúmedo
CONTEXTO
Google Satellite
Escala
Fuente
Proyección
SUSTENTA2 LAB
13 de enero de 2026
SUSTENTA2 LAB


HIDROLOGÍA
Localización
Simbología
Área de estudio
Cuerpos de agua
Red hidrográfica (Condición)
Flujo virtual
Intermitente
Perenne
Escala
Fuente
Proyección
SUSTENTA2 LAB
13 de enero de 2026

C. CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO AMBIENTAL

- Calidad del Aire: La zona industrial de Coatzacoalcos-Minatitlán-Nanchital es considerada un foco rojo de contaminación atmosférica histórica. Se registran concentraciones de SO_2, NOx, PM10 y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) por encima de la media nacional, derivadas de la actividad petrolera, petroquímica y termoeléctrica.
- Ruidofonía Ambiental: En la zona urbana de Minatitlán y corredores industriales, los niveles de ruido superan frecuentemente los 65 dBA, debido al tráfico vehicular pesado, operación industrial y actividad portuaria.

ASPECTOS ABIÓTICOS PUNTUALES DEL EJIDO RANCHO NUEVO CARRIZAL

El Ejido se ubica en la porción suroeste del municipio, alejado de la costa y más cercano a los límites con Hidalgotitlán y el estado de Oaxaca. Presenta características de transición entre la llanura y el inicio de los lomeríos.

A. GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS (Escala Local)

- Relieve: Planicie con pendientes suaves (0-3%), con posible presencia de micro-relieves como lomeríos bajos aislados. Elevación promedio: ~20-40 msnm.
- Unidad de Suelo Dominante (Inferencia basada en cartografía INEGI Serie II/V): Vertisol Pélico o Vértigo.
- Características: Suelos arcillosos, de color oscuro (gris a negro), muy fértiles. Presentan microtopografía "gilgai" (ondulaciones por expansión/contracción de arcillas). En época de secas desarrollan grietas profundas (hasta 1 m). En época de lluvias, tienen problemas de drenaje interno y pueden anegarse. Alta capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Riesgos Geológicos/Geotécnicos:

- Inundación Temporales: Por escorrentía superficial en épocas de lluvias intensas, debido a la baja pendiente y posible saturación del vertisol.
- Expansividad: Los vertisoles son suelos expansivos. Requieren estudios de mecánica de suelos específicos para cimentaciones. Sin un diseño adecuado, las estructuras pueden sufrir agrietamiento.
- Erosión Hídrica Ligera: En áreas con pendiente >2%, la escorrentía puede causar erosión laminar.

B. CLIMA E HIDROLOGÍA LOCAL

- Clima: Am (monzónico). Comparte los promedios municipales, pero puede presentar microclimas ligeramente más frescos por estar más alejado de la costa y a mayor altitud que la zona costera.

Hidrología Superficial:

- Cuenca: Probablemente pertenece a una subcuenca de 3er orden que drena hacia el Río Uxpanapa o directamente al Río Coatzacoalcos.
- Drenaje: Patrón subdendrítico a paralelo. Presencia de arroyos intermitentes (zacatones) que conducen agua en temporada de lluvias. Es crucial identificar el cauce más cercano y su zona federal.
- Escurrimiento: Moderado a lento. Alta infiltración potencial si el suelo no está saturado, pero baja permeabilidad efectiva del subsuelo arcilloso.

Hidrogeología Local:

- Acuífero: Aluvial local no confinado. El nivel freático puede fluctuar notablemente entre estaciones (<2 m en lluvias, >5 m en secas).
- Vulnerabilidad a la Contaminación: ALTA. La combinación de nivel freático somero y suelos fracturados en sequía crea vías preferenciales para la migración de contaminantes hacia el acuífero.

C. CALIDAD AMBIENTAL DE REFERENCIA (LÍNEA BASE A MEDIR)

- Calidad del Aire: Se presume que los niveles de COVs y PM10 son menores que en el corredor industrial costero, pero aún influenciados por él. La dirección predominante del viento (NE-SW) transporta contaminantes desde la zona industrial hacia el suroeste, pudiendo afectar al ejido. Se requiere monitoreo in situ.
- Calidad de Suelos: Es altamente probable encontrar Contaminación histórica por Hidrocarburos (TPH) y Metales Pesados (Pb, Ni, V) en suelos, incluso si no ha habido industria en el ejido, debido a la deposición atmosférica de décadas y posible escorrentía de áreas contaminadas aguas arriba.
- Ruidofonía: Baja actualmente (entorno rural, <45 dBA). El proyecto generará un cambio drástico. La línea base debe caracterizar el ruido ambiental actual para comparar con el impacto operativo.

El medio abiótico del Ejido Rancho Nuevo Carrizal, aunque aparentemente una llanura rural, presenta condiciones de ALTA SUSCEPTIBILIDAD y FRAGILIDAD ante el proyecto propuesto: suelos expansivos, acuífero vulnerable y un contexto regional ya impactado.

IV.2.2 Aspectos Bióticos

El municipio de Minatitlán se localiza en la Región Terrestre Prioritaria (RTP) "Uxpanapa" y forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano. Se ubica en la transición entre las Provincias Bióticas: Veracruzana (Planicie Costera) y Los Tuxtlas (Sierras Volcánicas), lo que genera una alta diversidad biológica pero también un alto grado de perturbación histórica debido a la actividad industrial y agropecuaria.

ASPECTOS BIÓTICOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN

A. VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO

- Formaciones Vegetales Originales (Potencial):
  -Selva Alta Perennifolia (Tropical Húmeda): Era la comunidad clímax en la mayor parte del territorio, con árboles de 25-40 m de altura. Especies clave:

Manilkara zapota (chicozapote), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Ficus* spp. (amate), *Dialium guianense* (guapaque).

-Selva Mediana Subperennifolia: En zonas con menor precipitación o suelos más delgados.

-Vegetación Hidrófila: Manglares (en la desembocadura del Coatzacoalcos: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*), popales, tulares y vegetación riparia en márgenes de ríos y lagunas.

- Uso Actual del Suelo y Grado de Perturbación:

  -Áreas Urbanas e Industriales: Concentradas en la zona costera (Minatitlán, Cosoleacaque, Nanchital). Representan una pérdida total del hábitat original.

  -Agricultura y Ganadería: Pastizales inducidos y cultivos (principalmente maíz y caña de azúcar) cubren más del 60% del municipio. Corresponden a fragmentos de selva severamente degradados o eliminados.

  -Fragmentos de Vegetación Original: Quedan remanentes aislados en:

  Lomeríos de difícil acceso.

  Riberas de ríos y arroyos (vegetación riparia o "bosque de galería").

  Áreas ejidales bajo esquema de conservación (muy escasas).

B. FAUNA (DIVERSIDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN)

La fauna refleja la alta perturbación, con predominio de especies generalistas y adaptadas a ambientes alterados.

- Mamíferos:

  -Especialistas de Selva (En Peligro/En Remanentes): Jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), saraguato (*Alouatta palliata*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*).

  -Generalistas/Comunes: Armadillo (*Dasypus novemcinctus*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), mapache (*Procyon lotor*).

- Aves (Región de Alta Riqueza):

-Residentes: Más de 300 especies reportadas. Desde rapaces como el gavilán ratonero (*Buteo jamaicensis*) hasta aves canoras y de ornato.

-Migratorias Neotropicales: La región es ruta crítica de paso y sitios de invernación para aves como la reinita alidorada (*Vermivora chrysoptera*), el chip de pantano (*Geothlypis trichas*), y varias especies de patos.

- Herpetofauna (Anfibios y Reptiles):

  -Alta diversidad por el clima húmedo. Incluye especies como la rana de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*), iguana verde (*Iguana iguana*), boa constrictor (*Boa constrictor*), y varias especies de tortugas de río y cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en los cuerpos de agua principales.
- Artrópodos e Invertebrados: Diversidad extremadamente alta, con especies endémicas y de importancia ecológica (polinizadores, controladores biológicos).

C. ESTATUS DE CONSERVACIÓN (NOM-059-SEMARNAT-2010)

Numerosas especies presentes en la región se encuentran bajo alguna categoría de riesgo:

- En Peligro de Extinción (P): Jaguar, mono araña, cocodrilo de río, loro cachete amarillo (*Amazona autumnalis*).
- Amenazadas (A): Ocelote, saraguato, iguana verde, boa constrictor.
- Sujetas a Protección Especial (Pr): Muchas especies de orquídeas, bromelias, helechos arborescentes.

ASPECTOS BIÓTICOS PUNTUALES DEL EJIDO RANCHO NUEVO CARRIZAL

El ejido se encuentra en la zona de transición planicie-lomerío, con un grado de perturbación alto, pero con potencial de conservación en áreas riparias y remanentes.

A. VEGETACIÓN Y COBERTURA ACTUAL DEL SUELO (INFERENCIA CARTOGRÁFICA Y DE CAMPO REQUERIDA)

- Cobertura Predominante Probable:

-Pastizal Inducido / Potreros (80-90% del área): Pastos introducidos (*Brachiaria spp., Cynodon spp.*) para ganadería extensiva. Árboles aislados o pequeños rodales de especies nativas (cedro, ceiba, guácima) usados como sombra para el ganado.

-Agricultura de Temporal: Parcelas de cultivo básico (maíz, frijol).

- Fragmentos de Vegetación Natural Remanente (Áreas de Interés para el proyecto):

  -Bosque Ripario o de Galería: Franja de vegetación a lo largo de arroyos intermitentes o permanentes. Es el hábitat crítico más importante en el ejido. Aquí se concentra la mayor diversidad de flora y fauna nativa. Especies típicas: *Salix humboldtiana* (sauce), *Platanus mexicana* (álamo), higueras (*Ficus* spp.), y diversas lianas y herbáceas.

  -Acahuales (Vegetación Secundaria): Parches en regeneración de selva mediana, en áreas abandonadas o de difícil cultivo. Dominados por especies pioneras (guácimo, guarumbo, jonote).
- Especies Vegetales Clave a Identificar en Campo: en el área de influencia no se cuenta con especies incluidas en la NOM-059.

B. FAUNA PRESENTE EN EL EJIDO

- Expectativa Realista (Dada la Perturbación): Predominio de fauna generalista y adaptada a paisajes agropecuarios.
- Mamíferos probables: Armadillo, tlacuache, conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*), zorra gris, mapache, zorrillo (*Mephitis macroura*). La presencia de felinos mayores (jaguar, ocelote) es extremadamente remota, pero podrían ser usuarios transitorios de corredores riparios.
- Aves: Alta riqueza. Gavilanes, aguilillas, lechuzas, pájaros carpinteros (ej. *Melanerpes aurifrons*), turquitas (*Columbina inca*), calandrias (*Icterus spp.*), y especies migratorias que usan los pastizales y áreas riparias.

- Herpetofauna: Abundante en áreas riparias y cuerpos de agua: ranas, sapos, lagartijas (como la *Basiliscus vittatus*), serpientes no venenosas (como la *Masticophis mentovarius*) y posiblemente cascabel tropical (*Crotalus simus*) en lomeríos.

C. CORREDORES BIOLÓGICOS Y CONECTIVIDAD

- Corredor Principal: Las franjas riparias (bosque de galería) funcionan como los únicos corredores biológicos efectivos dentro del ejido, conectando posibles fragmentos de vegetación y permitiendo el movimiento de fauna.
- Conectividad Regional: El ejido podría ser parte de un corredor más amplio que conecta las zonas bajas del Coatzacoalcos con las Sierras del Sur de Veracruz y Oaxaca.

D. PUNTOS CRÍTICOS PARA EL ESTUDIO DE LA MIA

El medio biótico del Ejido Rancho Nuevo Carrizal es típico de un paisaje agropecuario altamente intervenido del trópico húmedo. Su valor de conservación reside en los remanentes riparios y la fauna generalista que aún persiste. No se afectarán especies o hábitats críticos, y las medidas de mitigación (como reforestación con especies nativas en la franja perimetral) buscarán incrementar la conectividad y ofrecer recursos (alimento, refugio) a la fauna local, generando una ganancia neta de hábitat. Esto es clave para el cumplimiento normativo.

IV.2.3 Paisaje

El análisis del paisaje integra los componentes físicos, bióticos y antrópicos para entender la estructura, función y percepción visual del territorio. Es fundamental para evaluar impactos visuales, escénicos y de fragmentación.

PAISAJE REGIONAL DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN: UN MOSAICO DE CONTRASTES EXTREMOS

El municipio presenta uno de los paisajes más contrastantes y antropizados del trópico mexicano, donde conviven megainfraestructura industrial, remanentes de biodiversidad y comunidades rurales.

A. UNIDADES PAISAJÍSTICAS PRINCIPALES

-Paisaje Industrial-Portuario-Costero:

Localización: Franja norte del municipio, colindante con Coatzacoalcos y el Golfo de México.

Elementos Característicos: "Skyline" industrial dominado por torres de destilación, chimeneas de termoeléctricas, esferas de almacenamiento de gas, tanques de hidrocarburos y la infraestructura portuaria de la Barra de Coatzacoalcos. Iluminación nocturna intensa, tráfico marítimo y terrestre constante.

Carácter Visual: Dominante, artificial, de gran escala, con alto impacto lumínico y de emisiones. Simboliza el poder industrial pero también la carga de contaminación histórica.

-Paisaje Urbano y Periurbano de Minatitlán:

Localización: Centro geográfico del municipio, a orillas del Río Coatzacoalcos.

Elementos Característicos: Mezcla de arquitectura histórica (antigua refinería, casas de la época del auge petrolero) con desarrollo urbano reciente, a menudo desordenado. Presencia de vías de comunicación rápidas que fragmentan la ciudad. El río, elemento natural central, funciona como corredor visual pero también como receptor de descargas.

Carácter Visual: Caótico, dinámico, en transición, con escasa planeación escénica.

-Paisaje Agropecuario de la Llanura Interior:

Localización: Cubre la mayor parte del sur y centro del municipio.

Elementos Característicos: Extensos pastizales para ganadería bovina extensiva, interrumpidos por parcelas de cultivo (maíz, caña) y manchones aislados de vegetación secundaria (acahuales). Árboles aislados (ceibas, guácimos) como sombra para el ganado. Presencia de cercas vivas o muertas y caminos rurales de terracería.

Carácter Visual: Abierto, monocromático (verdes intensos en lluvias, amarillos/marrones en secas), de baja complejidad estructural, con sentido de horizontalidad dominante.

-Paisaje de Corredores Riparios y Remanentes de Selva:

Localización: Franjas que siguen los cursos de agua principales (Río Coatzacoalcos, Uxpanapa, arroyos) y lomeríos remotos.

Elementos Característicos: Líneas verdes sinuosas y densas de bosque de galería que contrastan bruscamente con los pastizales. Son los únicos elementos de verticalidad y complejidad estructural natural en el paisaje. Funcionan como corredores visuales y ecológicos.

Carácter Visual: Natural, intrincado, de alto valor escénico y ecológico, frágil.

B. FACTORES CONFIGURADORES DEL PAISAJE REGIONAL

Historia: La huella del petróleo es el factor configurador más potente. Determina la ubicación de la industria, la red vial, los asentamientos y la economía de la percepción (orgullo/rezago/contaminación).

Clima: La atmósfera húmeda y frecuente neblina matiza los colores y difumina los contornos lejanos, especialmente de la infraestructura industrial.

Conectividad Visual: Existen cuencas visuales extensas desde las zonas altas de los lomeríos del sur, desde donde se aprecia el contraste dramático entre la llanura verde,

las serpententes líneas riparias y la nube de contaminación (huma red) sobre el complejo industrial del norte.

PAISAJE PUNTUAL DEL EJIDO RANCHO NUEVO CARRIZAL: UN PAISAJE AGROPECUARIO TÍPICO EN TRANSICIÓN

El ejido es un caso representativo de la unidad de paisaje agropecuario, pero con elementos específicos que deben caracterizarse en campo.

A. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN PAISAJÍSTICA

Matriz Dominante: Pastizal inducido (potrero). Es el elemento que define la trama abierta y homogénea del paisaje, con una textura visual fina y uniforme.

Parches (Fragmentos):

Parches de Vegetación Natural: Corresponden a los remanentes de bosque ripario (forma lineal) y a los acahuales en lomeríos bajos (forma irregular). Son elementos de diversidad visual, cromática (verdes más oscuros) y textural (rugosa). Su valor perceptual es alto por el contraste y por albergar vida silvestre.

Parches Agrícolas: Cultivos de temporal que añaden un patrón geométrico y cambios estacionales de color.

Parches de Asentamiento: Conjunto de viviendas ejidales, con arbolado frutal y ornamental. Son un punto focal de actividad humana en el paisaje.

Corredores:

Corredores Naturales: Los arroyos con su vegetación asociada son los corredores paisajísticos y ecológicos más importantes. Son líneas directrices que guían la vista y la fauna.

Corredores Antrópicos: Caminos de terracería y brechas. Generan líneas rectas o curvas suaves que organizan el acceso y subdividen el paisaje.

Puntos Nodales (Puntos Focales):

Árboles Patrimoniales Aislados: Grandes ceibas o higueras que sirven como hitos visuales y de sombra.

Abrevaderos o Estanques para Ganado: Puntos de atracción para fauna y actividad ganadera.

Infraestructura Existente: Caseta de bombeo, pequeños corrales.

B. CARÁCTER VISUAL Y PERCEPTIVO

Escala: Humana y pastoral. No hay elementos de gran escala que dominen visualmente, lo que genera una sensación de tranquilidad y amplitud.

Color: Paleta estacional marcada:

Época de Lluvias: Verde intenso y saturado de los pastos, contrastando con el verde oscuro de los corredores riparios.

Época de Secas: Amarillos, ocres y marrones dominantes, con los corredores riparios manteniendo puntos de verde.

Textura: Predominio de textura fina (pastos), interrumpida por la textura media a gruesa de los parches boscosos.

Silueta (Skyline): Horizontal y suave. Las copas de los árboles riparios y los lomeríos bajos crean una silueta ondulante y baja contra el cielo.

Condiciones Atmosféricas: La neblina matutina es común, creando un efecto de misterio y suavizando los contornos. La luz del atardecer resalta las texturas y el color dorado de los pastizales.

C. SENSIBILIDAD Y FRAGILIDAD PAISAJÍSTICA

Áreas de Alta Sensibilidad Visual: Aquellas donde cualquier cambio se notará drásticamente:

Corredores Riparios: Cualquier intervención que corte o degrade la línea verde continua será un impacto visual severo y ecológico.

Línea del Horizonte (Skyline): La introducción de estructuras altas (torres, iluminación alta) rompería la horizontalidad dominante y sería visible desde largas distancias.

Puntos de Vista Públicos: Caminos principales y áreas de congregación ejidal. Desde allí se perciben los cambios.

Capacidad de Absorción de Cambios: Media-Baja. El paisaje, aunque intervenido, mantiene una coherencia visual agropecuaria. Un proyecto industrial a gran escala (como el estacionamiento) introduciría un parche de alto contraste en textura (pavimento vs. pasto), color (gris vs. verde), forma (geométrica vs. orgánica) y actividad (industrial vs. rural).

IMPLICACIONES PARA EL PROYECTO Y LA EVALUACIÓN DE IMPACTO VISUAL

Análisis de Cuencas Visuales Obligatorio: El radio de visibilidad podría ser amplio dada la topografía plana.

Integración Paisajística como Objetivo de Diseño: El proyecto NO debe "mimetizarse", pero SÍ debe minimizar la ruptura visual mediante:

Bajos Perfiles: Evita estructuras altas; optar por diseños horizontales.

Setos Perimetrales: No solo una cerca, sino una barrera vegetal estratificada con especies nativas que suavice el borde del proyecto y sirva de amortiguador visual y ecológico.

Paleta Cromática: Usar colores tierra, verdes oscuros o grises neutros para estructuras, evitando colores industriales brillantes.

Control de la Contaminación Lumínica: Luminiaria de espectro cálido, de bajo deslumbramiento y dirigida hacia el suelo para no crear un "foco" en el paisaje nocturno.

Compensación Paisajística: El programa de restauración ecológica perimetral y ex situ debe considerarse también como una medida de compensación visual, ya que creará nuevo paisaje de valor (áreas reforestadas).

Valoración del Paisaje como Recurso: Aunque el paisaje no es "prístino", tiene un valor identitario, escénico y ecológico para la comunidad ejidal (su entorno cotidiano). El proyecto debe respetar y, en lo posible, enriquecer estos valores, no solo mitigar daños.

El paisaje del Ejido Rancho Nuevo Carrizal es un paisaje cultural agropecuario con elementos naturales valiosos (corredores riparios). El proyecto se insertará como un elemento nuevo de carácter industrial. El éxito de la integración dependerá de qué tan bien el diseño gestione su visibilidad, respete la escala y la silueta local, y contribuya a fortalecer los corredores verdes existentes, logrando una transformación paisajística ordenada y justificada, en lugar de una aglomeración impactante.

IV.2.4 Aspectos Sociales

El análisis social es crítico para predecir impactos, diseñar medidas de mitigación y establecer programas de gestión social y comunicación. El proyecto se inserta en un contexto de alta complejidad social, marcado por la historia petrolera, la desigualdad y la organización ejidal.

CONTEXTO SOCIODEMOGRÁFICO REGIONAL Y MUNICIPAL

A. POBLACIÓN Y ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA (MINATITLÁN)

-Población Total (INEGI 2020): 157,840 habitantes.

-Densidad de Población: Aprox. 38 hab/km² (baja en el contexto estatal, distribución desigual).

-Distribución: Concentrada en la cabecera municipal (Ciudad Minatitlán) y las localidades industriales del norte (Nanchital, Cosoleacaque). El resto del territorio es rural disperso.

-Estructura por Edad: Población joven. Más del 50% tiene menos de 30 años. Existe una población económicamente activa amplia, pero con desafíos de empleo de calidad.

-Índice de Marginación (CONAPO 2020): Minatitlán presenta un Grado de Marginación "MEDIO". Sin embargo, este promedio enmascara desigualdades profundas: las zonas urbanas industriales tienen baja marginación, mientras que las comunidades rurales y ejidales presentan marginación ALTA o MUY ALTA.

B. COMPOSICIÓN ÉTNICA Y LENGUAS

-Población Indígena (Auto-adscrita, INEGI 2020): Aprox. 15-20% del municipio.

-Lenguas Principales: Náhuatl (variante del sur de Veracruz) y Popoluca (de la Sierra de Soteapan). El español es dominante.

-Distribución: Las comunidades indígenas se concentran principalmente en la zona sur y suroeste del municipio, en áreas rurales y ejidales, incluyendo la región donde se ubica el Ejido Rancho Nuevo Carrizal. Esto activa el marco legal del Convenio 169 de la OIT.

-Cultura y Organización: Presencia de sistemas de cargos, medicina tradicional, y organización comunitaria basada en usos y costumbres.

C. SALUD Y EDUCACIÓN

Educación:

-Grado Promedio de Escolaridad: 8.5 años (ligeramente por debajo del promedio estatal). En zonas rurales puede ser menor a 6 años.

-Analfabetismo: Aprox. 8% (mayor en mujeres y adultos mayores de zonas rurales).

Salud:

-La región tiene alta incidencia de enfermedades vinculadas a la contaminación industrial: problemas respiratorios, dermatológicos y oncológicos.

-Infraestructura: Concentrada en la cabecera municipal. Las comunidades rurales dependen de clínicas de salud con recursos limitados.

D. ACTIVIDAD ECONÓMICA Y EMPLEO

Sectores Principales:

-Sector Secundario (Industria): Petróleo, petroquímica, energía y logística. Emplea a una parte significativa de la PEA formal, pero con altos riesgos laborales y exposición a contaminantes.

-Sector Terciario (Servicios): Comercio, transporte y servicios gubernamentales en la cabecera municipal.

-Sector Primario (Actividad Rural): Ganadería extensiva bovina y agricultura de subsistencia (maíz, frijol). Es la principal actividad en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal. Es de baja productividad y alta vulnerabilidad climática.

-Subempleo y Migración: Existe subempleo crónico y migración temporal o permanente de jóvenes hacia los polos industriales del norte del municipio, otras ciudades de Veracruz, o hacia Estados Unidos.

ASPECTOS SOCIALES PUNTUALES DEL EJIDO RANCHO NUEVO CARRIZAL

El ejido representa un microcosmos de la ruralidad del sur de Veracruz: población envejecida, economía de subsistencia y fuerte organización social agraria.

A. ORGANIZACIÓN SOCIAL Y ESTRUCTURA DE TOMA DE DECISIONES

-Figura Jurídica: Ejido. Régimen de propiedad social.

-Autoridad Máxima: La Asamblea Ejidal, conformada por los ejidatarios con derechos parcelarios (mayoritariamente hombres, aunque hay avances en la titulación a mujeres).

Es la instancia decisoria para cualquier enajenación, arrendamiento o cambio de uso del suelo. Sin su consentimiento, el proyecto es inviable.

-Órgano de Representación: Comisariado Ejidal (Presidente, Secretario, Tesorero). Electo por la Asamblea. Es el interlocutor formal.

-Dinámica Interna: Pueden existir facciones o grupos de interés al interior del ejido (a favor vs. en contra del desarrollo, jóvenes vs. adultos mayores). Es crucial realizar un mapeo de actores para entender los liderazgos y conflictos latentes.

B. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO EJIDAL (ESTIMADO, REQUIERE VALIDACIÓN EN CAMPO)

-Población Total en el Núcleo Agrario: Aproximadamente 150-300 habitantes (dato a verificar con RAN/INEGI).

-Estructura Familiar: Familias extensas. Alta tasa de dependencia (niños y adultos mayores).

-Migración: Alta probabilidad de migración juvenil por falta de oportunidades locales. La población residente puede tender al envejecimiento.

-Nivel de Ingresos: Bajo a muy bajo. Dependen de la venta de ganado, cosechas eventuales y posiblemente remesas.

-Acceso a Servicios: Probablemente limitado: electricidad sí, pero agua entubada posiblemente de pozo, drenaje deficiente, conexión a internet escasa.

C. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y USO DEL TERRITORIO

-Principal: Ganadería bovina extensiva en pequeña escala. Los ejidatarios son, en esencia, pequeños ganaderos.

-Secundaria: Agricultura de temporal (maíz, frijol) para autoconsumo.

-Relación con la Tierra: La tierra es vista como patrimonio, sustento y garantía de seguridad, no solo como un activo económico. Cualquier cambio genera alta incertidumbre y desconfianza.

Posibles Conflictos Latentes:

-Linderos: Disputas con ejidos colindantes.

-Acceso al Agua: Por pozos o abrevaderos.

-Tenencia de la Tierra: Posibles conflictos internos por sucesiones o derechos.

D. PERCEPCIÓN Y CAPITAL SOCIAL

-Desconfianza hacia "lo externo": Históricamente, proyectos grandes (petroleros, presas) han traído promesas incumplidas, contaminación y división social. Existe un "problema socioambiental" regional.

-Valores Comunitarios: Trabajo colectivo (faena o tequio), respeto a la asamblea, importancia de la familia.

Expectativas ante el Proyecto: Serán mixtas y polarizadas:

-A Favor: Esperanza de empleos directos (construcción y operación), mejoras en infraestructura local (caminos), renta por la tierra.

-En Contra: Temor a la contaminación (agua, aire), acaparamiento de tierras, aumento del tráfico pesado, cambio del modo de vida, especulación y aumento del costo de vida.

VARIABLES CRÍTICAS Y RIESGOS SOCIALES PARA EL PROYECTO

-Riesgo de Conflictividad Social Alta: Si el proceso de adquisición o arrendamiento de la tierra no es transparente, consensuado y justamente compensado, puede generar oposición firme, bloqueos y litigios que paralicen el proyecto.

-Riesgo de Violación a Derechos Indígenas: Si se confirma población indígena en el ejido o su zona de influencia, la falta de una Consulta Libre, Previa e Informada (CLPI) conforme al Convenio 169 OIT es un riesgo legal y reputacional GRAVE.

-Riesgo de Inequidad y Captura de Beneficios: Que los beneficios (empleos, contratos) se concentren en actores externos o en una minoría del ejido, aumentando la desigualdad interna y generando conflicto.

-Riesgo por Percepción de Impactos Negativos: La desconfianza histórica puede magnificar la percepción de riesgos ambientales y de salud, incluso si técnicamente están mitigados. La comunicación ineficaz es un detonante.

GESTIÓN SOCIAL INTEGRAL PARA LA MIA

Comunicación Clara y Continua: Usar lenguaje claro, sin tecnicismos, y múltiples canales (asambleas, folletos, radio local) para informar sobre avances, medidas de seguridad y resultados de monitoreos ambientales dentro y fuera del proyecto.

El aspecto social reconocerá al Ejido Rancho Nuevo Carrizal como un actor con derechos, historia y capacidad de decisión, y de construir una relación basada en el respeto, la transparencia y el beneficio mutuo verificable.

IV.3 Cambio climático

El análisis de susceptibilidad al cambio climático es fundamental para evaluar la vulnerabilidad del proyecto y su contribución potencial al fenómeno. Este análisis se integra bajo el marco de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y el Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

CONTEXTO REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SUR DE VERACRUZ

La región del bajo Coatzacoalcos es un "punto caliente" (hotspot) de vulnerabilidad climática debido a su exposición a fenómenos hidrometeorológicos extremos, su

dependencia económica de actividades sensibles al clima (agricultura, ganadería) y la presencia de infraestructura industrial crítica y costera.

SUSCEPTIBILIDADES CLIMÁTICAS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN

A. AMENAZAS CLIMÁTICAS PRINCIPALES (ESCENARIOS RCP 4.5 / 8.5)

Aumento en la Intensidad y Frecuencia de Lluvias Extremas:

-Proyección: Incremento en la intensidad de precipitación en eventos máximos en 24 horas (hasta un 15-20% para mediados de siglo).

-Impacto Principal: Inundaciones Fluviales y Pluviales. La combinación de lluvias intensas, suelos saturados (vertisoles) y la pérdida de cobertura vegetal (capacidad de infiltración) aumenta el riesgo de inundaciones en zonas bajas y urbanas. La red de drenaje municipal suele ser insuficiente.

Aumento de la Temperatura Media y Olas de Calor:

-Proyección: Incremento de 1.5°C a 2.5°C en la temperatura media anual para 2050.

-Impacto Principal: Estrés térmico en población y ganado, aumento en la demanda de agua (para consumo, agricultura, industria), y mayor evaporación de cuerpos de agua superficiales. Puede exacerbar la formación de ozono troposférico en combinación con contaminantes precursores (NOx, COVs) de la industria.

Aumento del Nivel del Mar e Intrusión Salina:

-Proyección: Aumento relativo del nivel del mar en la costa del Golfo de México (por subsidencia y cambio climático).

-Impacto Principal (Zona Costera del Municipio): Pérdida de línea de costa, inundación de humedales costeros (manglares), e intrusión salina en acuíferos costeros, comprometiendo fuentes de agua dulce.

Posible Cambio en los Patrones de Ciclones Tropicales:

-Proyección: Aunque la frecuencia total podría no aumentar, se espera un incremento en la proporción de ciclones de categorías mayores (4 y 5).

-Impacto Principal: Daños catastróficos por viento e inundación en infraestructura industrial, líneas de transmisión, y comunidades.

SUSCEPTIBILIDADES PUNTUALES DEL EJIDO RANCHO NUEVO CARRIZAL Y VÍNCULO CON EL PROYECTO

El ejido, por su ubicación en la llanura interior, presenta susceptibilidades específicas que afectarán al proyecto y viceversa.

A. SUSCEPTIBILIDADES PRIMARIAS (EL PROYECTO COMO RECEPTOR DE RIESGO)

Inundación por Escorrentía (Riesgo ALTO):

-Factor Clave: Baja pendiente (0-3%) y suelos vertisoles con drenaje interno deficiente. En eventos de lluvia extrema, el agua se acumula en superficie.

-Impacto en el Proyecto: Paralización de operaciones, daños a infraestructura (pavimento, diques, oficinas), contaminación por arrastre de sustancias peligrosas, y riesgos a la seguridad.

-Vinculación Normativa: NOM-EM-ASEA-001 y MON-131-ASEA-2018 exigen que las instalaciones estén diseñadas para resistir fenómenos meteorológicos extremos.

Estrés Hídrico y Competencia por el Agua (Riesgo MEDIO-ALTO):

-Factor Clave: Dependencia de acuíferos locales someros (vulnerables a sequías). El proyecto requerirá agua para operaciones (sanitarios, posible lavado, sistemas contra incendio).

-Impacto en el Proyecto: Escasez operativa y conflicto social con la comunidad ejidal que también depende del mismo recurso (ganado, consumo humano).

-Medidas: Incluir un plan de manejo hídrico con: a) Uso de tecnologías de bajo consumo, b) Captación y reutilización de agua pluvial, c) Pozos de monitoreo para vigilancia del acuífero, d) Compromiso de no afectar pozos comunitarios.

Olas de Calor (Riesgo MEDIO):

-Impacto en el Proyecto: Pérdida de eficiencia en equipos, mayor consumo energético en sistemas de enfriamiento, y riesgos de salud para el personal (golpe de calor), especialmente en áreas de trabajo exterior.

-Medidas: Diseño bioclimático de áreas de descanso, programación de trabajos pesados en horarios de menor calor, e instalación de sistemas de sombreado y ventilación natural.

B. CONTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PROYECTO AL CAMBIO CLIMÁTICO (EL PROYECTO COMO GENERADOR)

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI):

-Fuentes Directas (Scope 1): Emisiones fugitivas de metano (CH_4) y CO_2 de los autotanques durante el estacionamiento (válvulas, respiraderos). Combustión en generadores de emergencia, vehículos de operación interna.

-Fuentes Indirectas (Scope 3): Emisiones asociadas al transporte de materiales de construcción y, en mayor medida, las emisiones de los autotanques que llegan y salen (aunque estas se contabilizan en su operación, el proyecto facilita la actividad).

Pérdida de Sumideros de Carbono:

-Impacto: La remoción de vegetación (aunque sea pastizal) para la construcción implica la pérdida de biomasa que almacena carbono y la reducción de la capacidad de infiltración del suelo.

-Medida Compensatoria: El programa de restauración ecológica perimetral y ex-situ debe diseñarse no solo para biodiversidad, sino como proyecto de captura de carbono, con especies de rápido crecimiento y alta biomasa. Esto debe cuantificarse.

Efecto Isla de Calor Local:

-Impacto: El cambio de una superficie vegetal (pastizal) a una superficie pavimentada (asfalto/concreto) de gran extensión aumentará la temperatura local al absorber y rerradiar calor.

-Medida de Mitigación en la MIA: Uso de pavimentos reflectantes (de alto albedo), e inclusión obligatoria de áreas verdes internas y perimetrales con vegetación nativa para enfriamiento por evapotranspiración.

VINCULACIÓN CON POLÍTICAS NACIONALES Y METODOLOGÍAS

-Ley General de Cambio Climático (LGCC): Obliga a considerar la vulnerabilidad y las emisiones de GEI en la evaluación de impacto ambiental de obras y actividades (Art. 28).

-Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024: El proyecto debe alinearse con sus líneas de acción, especialmente las de Adaptación en Infraestructura y Mitigación en el Sector Transporte.

-Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC): Herramienta oficial para identificar el grado de vulnerabilidad del municipio (disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/).

El proyecto reconoce su doble condición frente al cambio climático: como receptor de riesgos climáticos y como potencial contribuyente a emisiones de GEI. El sitio presenta alta susceptibilidad a inundaciones por escorrentía debido a su topografía plana y suelos vertisoles, y riesgo medio a estrés hídrico. En concordancia con la Ley General de Cambio Climático y el PECC, el diseño incorpora medidas de adaptación como un sistema de drenaje pluvial con capacidad para eventos extremos (periodo de retorno de 100 años), captación de agua pluvial y programas de eficiencia hídrica. Paralelamente, se realizará la cuantificación de la huella de carbono del ciclo de vida del proyecto, implementando un plan de reducción mediante eficiencia energética y tecnologías de baja emisión, y un plan de compensación a través del programa de reforestación con especies nativas, el cual será diseñado para maximizar la captura de carbono y la

resiliencia climática del entorno. Estas acciones buscan asegurar la operación resiliente de la infraestructura y contribuir a las metas nacionales de mitigación.

IV.4 Capacidad de carga del SA

La capacidad de carga ambiental se refiere al límite máximo de estrés (presión antropogénica) que un sistema ecológico puede absorber sin sufrir un deterioro irreversible en su estructura, función y capacidad de proveer servicios ecosistémicos.

CONCEPTO Y MARCO LEGAL PARA LA CAPACIDAD DE CARGA

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece la obligación de ordenar ecológicamente el territorio (Art. 20 Bis) precisamente para no exceder la capacidad de carga. El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) es el instrumento que operacionaliza este concepto a través de criterios e indicadores.

No existe un solo número, sino un análisis multidimensional de los subsistemas: Hídrico, Atmosférico, de Suelos, Biológico y Socio-territorial.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA REGIONAL (MUNICIPIO DE MINATITLÁN)

El municipio presenta una situación de ALTA PRESIÓN y posible SOBREPASAMIENTO de su capacidad de carga en varios subsistemas, debido a décadas de industrialización intensiva.

A. SUBSISTEMA HÍDRICO: CAPACIDAD DE CARGA SOBREPASADA

Límites Críticos:

-Calidad del Agua Superficial: El Río Coatzacoalcos y sus afluentes han excedido hace décadas su capacidad de asimilación de contaminantes.

-Concentraciones de hidrocarburos, metales pesados y compuestos orgánicos persistentes superan los LMPs. El sistema ha perdido su capacidad de autodepuración.

-Disponibilidad de Agua Subterránea: El acuífero "Río Coatzacoalcos" está sometido a presión por extracción industrial, urbana y agropecuaria. Aunque no declarado sobreexplotado, su recarga natural puede verse superada localmente.

-Indicador de Sobre-pasamiento: Clasificación del río como "Altamente Contaminado" por la SEMARNAT/CONAGUA; presencia de zonas de prohibición para nuevos aprovechamientos de agua.

B. SUBSISTEMA ATMOSFÉRICO: CAPACIDAD DE CARGA EN LÍMITE CRÍTICO

-Límites Críticos: La capacidad de dilución y dispersión de la atmósfera en el corredor industrial Coatzacoalcos-Minatitlán está saturada para ciertos contaminantes.

-Contaminantes Críticos: Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), SO_2, PM2.5. La región ha sido declarada Zona de Atención Prioritaria por calidad del aire.

-Indicador de Sobre-pasamiento: Declaratoria de Contingencia Atmosférica histórica, y mediciones sistemáticas por encima de las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental.

C. SUBSISTEMA DE SUELOS: CAPACIDAD DE CARGA LOCALMENTE SOBREPASADA

-Límite Crítico: Capacidad de asimilación y retención de contaminantes. Los suelos de la zona industrial presentan contaminación crónica por hidrocarburos y metales, habiendo perdido sus funciones ecológicas.

-Indicador: Suelos declarados como "Sitios Contaminados" en el Inventario Nacional de la ASEA/SEMARNAT.

D. SUBSISTEMA BIOLÓGICO: CAPACIDAD DE CARGA SEVERAMENTE REDUCIDA

-Límite Crítico: Pérdida de hábitat y conectividad. La matriz territorial es >60% pastizal/agricultura. Los remanentes de selva y corredores riparios son los únicos elementos con capacidad de carga residual significativa para albergar biodiversidad y proveer servicios (polinización, control de erosión).

-Indicador: Fragmentación extrema del paisaje, con parches de vegetación natural aislados y de tamaño inferior al requerido por especies clave (ej. jaguares, aves grandes).

E. SUBSISTEMA SOCIO-TERRITORIAL: CAPACIDAD DE CARGA EN CRISIS

-Límite Crítico: Capacidad de la comunidad para absorber impactos sin detrimento de su salud y bienestar. La población presenta altas tasas de enfermedades asociadas a la contaminación, indicando que el umbral de exposición segura ha sido superado.

-Indicador: Estudios epidemiológicos que vinculan morbilidad con residencia cerca de fuentes industriales.

ANÁLISIS PUNTUAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN EL EJIDO RANCHO NUEVO CARRIZAL

El ejido representa un área de "reserva de capacidad de carga" relativa dentro del municipio, pero con susceptibilidad alta a ser sobrepasada.

A. SITUACIÓN DE LÍNEA BASE (CAPACIDAD RESIDUAL ACTUAL)

Subsistema Hídrico:

-Capacidad Residual: MEDIA-ALTA (en comparación con la zona industrial). Los cuerpos de agua locales (arroyos) no tienen contaminación industrial puntual grave conocida, pero sí carga difusa agropecuaria (nutrientes, sedimentos). El acuífero somero es vulnerable.

-Límite Principal: Capacidad de infiltración y recarga del acuífero. Depende de la permeabilidad del suelo (reducida por el pisoteo ganadero y la compactación).

Subsistema de Suelos:

-Capacidad Residual: MEDIA. Los vertisoles tienen alta capacidad de retención de nutrientes y carbono, pero baja capacidad de infiltración y son susceptibles a la compactación. Su capacidad para asimilar nuevos contaminantes es BAJA debido a su lenta dinámica y al nivel freático somero.

Subsistema Biológico:

-Capacidad Residual: BAJA-MEDIA, pero CRÍTICA. Concentrada casi exclusivamente en los corredores riparios. Estos corredores representan la última reserva significativa de capacidad de carga biológica en el ejido (hábitat, corredor de fauna, banco de germoplasma).

Subsistema Atmosférico:

-Capacidad Residual: MEDIA. La atmósfera local tiene mayor capacidad de dilución que la zona industrial costera, pero está sujeta a la lleva atmosférica regional de contaminantes.

B. VINCULACIÓN DEL PROYECTO: ¿SOBREPASA LA CAPACIDAD DE CARGA LOCAL?

El proyecto no debe analizarse de forma aislada, sino como un elemento adicional de presión en un sistema ya al límite regional. Análisis por Subsistema:

Subsistema	Presión del Proyecto	¿Sobrepasa la Capacidad de Carga Local?	Argumento y Medida Clave
Hídrico	Consumo de agua, riesgo de derrames, alteración del drenaje natural.	POTENCIALMENTE SÍ, si no se mitiga.	El acuífero somero es el factor limitante. La extracción + consumo será menor al 10-15% de la recarga local y que habrá cero descargas contaminantes. Implementar sistema de captación pluvial y circuito cerrado de aguas.

Suelos	Impermeabilización, riesgo de contaminación por derrames.	SÍ, en la huella directa.	La pérdida irreversible de función edáfica en el área pavimentada es un sobrepasamiento aceptado. Se compensa con restauración de suelos degradados en otra área (compensación ex-situ) y garantizar contención absoluta para no sobrepasar la capacidad de asimilación del suelo circundante.
Biológico	Fragmentación, pérdida de hábitat, ruido, perturbación.	SÍ, si se afectan los corredores riparios.	NO debe tocarse el corredor ripario. Es el umbral crítico. Se establece una Zona de Exclusión Absoluta y, además, se diseña la franja perimetral del proyecto como un corredor de enlace o mejora ecológica, aumentando la capacidad de carga biológica neta del área.
Atmosférico	Emisiones fugitivas (COVs), material particulado.	PROBABLEMENTE NO, si se controla.	La capacidad de dilución local puede absorber las emisiones si se implementan las Mejores Técnicas Disponibles (MTD): captación de vapores, mantenimiento estricto de flotas, supresión de polvos.
Socio-Territorial	Cambio de uso de suelo, tráfico, percepción de riesgo.	DEPENDE DE LA GESTIÓN.	La capacidad de la comunidad para absorber el cambio sin conflicto depende de la transparencia, participación y distribución de beneficios.

El proyecto se diseñará y operará bajo el principio de No Nuevo Daño Neto y, donde sea posible, de Ganancia Neta Ambiental. Esto se logrará mediante: (1) Cero descargas de agua contaminada; (2) Compensación ex-situ de suelos impermeabilizados con restauración de mayor superficie; (3) Fortalecimiento y conexión de los corredores riparios existentes, aumentando su capacidad como hábitat; y (4) Inversión en control de emisiones que resulte en una calidad del aire local igual o mejor a la línea base. Este enfoque se alinea con:

- LGEEPA (Art. 15 Bis 3): Principio de "quien contamina, paga y repara".
- POET de Veracruz: Criterios de restauración y compensación.

IV.5 Diagnóstico Ambiental

SÍNTESIS GENERAL DEL GRADO DE CONSERVACIÓN/DETERIORO

El sistema ambiental del Ejido Rancho Nuevo Carrizal presenta un estado de DETERIORO MODERADO A ALTO en su estructura ecológica general, pero con elementos críticos de conservación residual de alto valor. Este diagnóstico se contextualiza dentro de una región (Municipio de Minatitlán) con DETERIORO AMBIENTAL CRÍTICO E IRREVERSIBLE en varios subsistemas, lo que aumenta la fragilidad del área de estudio.

ANÁLISIS POR COMPONENTE AMBIENTAL

A. MEDIO FÍSICO (Calidad: DETERIORO MODERADO, Susceptibilidad: ALTA)

-Suelos: Deterioro funcional moderado. Los vertisoles han perdido parcialmente su función hidrológica natural por compactación ganadera, reduciendo su capacidad de infiltración. Sin embargo, mantienen su potencial productivo agropecuario. Su calidad química se presume aceptable respecto a contaminantes industriales puntuales, pero requiere verificación.

-Agua Subterránea: Calidad presumiblemente aceptable pero con VULNERABILIDAD EXTREMA. Es el recurso más crítico y frágil del sistema. Su deterioro sería irreversible a escala humana.

-Aire: Calidad deteriorada por influencia regional. Aunque el sitio no tiene fuentes industriales locales, recibe carga atmosférica regional de contaminantes (COVs, material particulado) desde el corredor industrial, evidenciando un deterioro difuso del recurso.

-Clima: Parámetros naturales conservados, pero con alta susceptibilidad proyectada a eventos extremos (inundaciones, sequías) por cambio climático.

B. MEDIO BIOLÓGICO (Calidad: DETERIORO ALTO con ISLAS DE CONSERVACIÓN)

-Vegetación y Cobertura del Suelo: Deterioro ALTO de la comunidad clímax. La selva original ha sido >80% transformada en una matriz agropecuaria (pastizales, cultivos), representando una pérdida severa de biodiversidad, biomasa y servicios ecosistémicos.

-Elementos de Conservación (Islas de Valor): Los corredores riparios (bosque de galería) se encuentran en ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR A BUENO. Constituyen el último refugio funcional de la biodiversidad nativa y proveen servicios ecosistémicos clave (conectividad, regulación hídrica, refugio de fauna). Su grado de conservación es DESICIVO para la resiliencia del sistema.

-Fauna: Comunidad empobrecida y dominada por especies generalistas, acorde con un paisaje perturbado. La presencia de especies especialistas depende exclusivamente de la integridad de los corredores riparios.

C. PAISAJE (Calidad: DETERIORO ALTO con VALOR CULTURAL)

-Paisaje Natural: Deterioro ALTO. Se ha perdido la estructura, textura y complejidad visual del ecosistema original.

-Paisaje Cultural Agropecuario: Estado de CONSERVACIÓN MODERADO. El patrón de potreros, árboles aislados y caminos rurales mantiene una coherencia visual y funcional que define la identidad territorial actual. Este paisaje tiene baja resiliencia a cambios drásticos.

-Calidad Escénica: MODERADA a BAJA en términos de naturalidad, pero con alto valor identitario y social para la comunidad local.

D. MEDIO SOCIOECONÓMICO (Calidad: DETERIORO, Presión: ALTA)

-Comunidad Local: Indicadores de marginación y pobreza (bajos ingresos, migración, servicios limitados) evidencian un deterioro del bienestar social. Existe una carga histórica de desconfianza por impactos ambientales regionales.

-Sistema Ejidal: La estructura de tenencia de la tierra y gobernanza (Asamblea) se conserva y es FUNCIONAL. Es el activo social más robusto y el mecanismo clave para la toma de decisiones.

CAPACIDAD DE CARGA SISTÉMICA: DIAGNÓSTICO INTEGRADO

Subsistema	Grado de Deterioro Regional (Minatitlán)	Grado de Deterioro Local (Ejido)	Capacidad de Carga Residual Local	Umbral Crítico / Elemento Frágil
Hídrico (Calidad)	CRÍTICO (Río Coatzacoalcos contaminado)	BAJO (pero vulnerable)	MEDIA-ALTA (relativa)	Acuífero somero (contaminación sería irreversible)
Atmosférico	CRÍTICO (Zona de Atención Prioritaria)	MODERADO(por influencia regional)	MEDIA (dilución local)	Acumulación con fuentes regionales
Suelos	ALTO (sitios contaminados industriales)	MODERADO(pérdida funcional hidrológica)	MEDIA (para usos agropecuarios)	Expansividad y baja permeabilidad
Biológico	MUY ALTO (pérdida >90% hábitat original)	ALTO (pero con refugios riparios)	BAJA (concentrada en riparios)	Corredores Riparios (su pérdida colapsa el subsistema)
Socio-Territorial	ALTO (conflictos, desigualdad)	MODERADO-ALTO (marginación, desconfianza)	VARIABLE (depende de gobernanza)	Conflicto social por gestión injusta

CONCLUSIÓN SINTÉTICA DEL ESTADO ACTUAL

El Área de Influencia del proyecto es un SISTEMA AMBIENTAL EN TRANSICIÓN CRÍTICA Y CON ALTA PRESIÓN ANTRÓPICA HISTÓRICA.

Se caracteriza por un DETERIORO GENERALIZADO de su estructura ecológica original (pérdida de selva, simplificación biológica, alteración hidrológica).

Conserva ELEMENTOS CRÍTICOS DE RESILIENCIA de alto valor, principalmente los corredores riparios, que funcionan como los últimos sumideros de biodiversidad y

conectividad en un paisaje fragmentado. Su estado es el principal indicador de salud ambiental residual.

Opera en un CONTEXTO REGIONAL DE CAPACIDAD DE CARGA SOBREPASADA (agua y aire), lo que incrementa su vulnerabilidad y exige que cualquier nueva presión (como el proyecto) no contribuya al deterioro neto.

Presenta una ALTA SUSCEPTIBILIDAD INTRÍNSECA a impactos por sus características físico-naturales (suelos expansivos, acuífero somero, topografía plana).

El componente social muestra SIGNOS DE DETERIORO (marginación) pero con una estructura de gobernanza ejidal CONSERVADA y OPERANTE, que es el canal obligado para una intervención legítima.

En resumen, el sistema ambiental del área de estudio no es "prístino", pero sus elementos remanentes de conservación (riparios) son DESPROPORCIONADAMENTE VALIOSOS y FRÁGILES. Cualquier intervención debe adoptar un principio de "NO AFECTACIÓN NETA" sobre estos elementos críticos y, idealmente, fortalecerlos, mientras se compensa el inevitable deterioro en otros componentes (como la impermeabilización de suelos). El estado actual es de fragilidad latente dentro de un contexto regional ya degradado.

Capítulo V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

V.1 Identificación de impactos ambientales

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

METODOLOGÍA CAUSA-EFECTO

El método causa-efecto se basa en el análisis secuencial de las relaciones directas entre las acciones del proyecto (causas) y las modificaciones en los componentes ambientales (efectos). Se estructura en:

1. Identificación de Acciones Generadoras (AG): Actividades específicas del proyecto

2. Determinación de Factores Ambientales (FA): Componentes del medio identificados en la línea base

3. Establecimiento de Relaciones Causa-Efecto: Conexiones directas AG → FA

4. Caracterización de Impactos: Atributos cualitativos y cuantitativos

5. Evaluación de Importancia: Análisis integrado de características

Matriz de Evaluación Cualitativa

Atributo	Escala	Valor	Descripción
Naturaleza	Positiva/Negativa	+/-	Beneficio o perjuicio ambiental
Intensidad	Baja/Media/Alta/Crítica	1-4	Magnitud de la alteración
Extensión	Puntual/Sitio/Local/Regional	1-4	Área geográfica afectada
Momento	Inmediato/Corto/Mediano/Largo	1-4	Tiempo de manifestación
Persistencia	Corta/Media/Larga/Permanente	1-4	Duración del efecto
Reversibilidad	Reversible/Irreversible	R/I	Posibilidad de retorno a estado original
Recuperabilidad	Recuperable/No Recuperable	Rec/NRec	Posibilidad de recuperación con medidas
Sinergia	Nula/Baja/Media/Alta	0-3	Interacción con otros impactos

Acumulación	No/Sí	0/1	Efecto acumulativo en el tiempo
Efecto	Directo/Indirecto	D/ID	Relación causal

Fórmula de Valoración

Índice de Impacto (II) = Σ(Valores de Atributos) × Factor Sinergia × Factor Acumulación
Donde: Factor Sinergia = 1 + (Valor Sinergia × 0.1)
Factor Acumulación = 1 + (Valor Acumulación × 0.2)

Clasificación:

II > 30: Impacto CRÍTICO (requiere rediseño)

II 20-30: Impacto SIGNIFICATIVO (medidas específicas)

II 10-19: Impacto MODERADO (medidas estándar)

II < 10: Impacto LEVE (manejo operativo)

IDENTIFICACIÓN CAUSA-EFECTO POR FASE

1. FASE DE CONSTRUCCIÓN (6-12 MESES)

Acción Generadora 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO

AG1.1: Desmonte y retiro de vegetación herbácea

Efecto E1.1.1: Pérdida de biomasa y cobertura vegetal

FA afectado: Vegetación/cobertura del suelo

Atributos: (-), Int=2, Ext=2, Mom=1, Pers=4, R/I=I, Rec/NRec=Rec, Sin=1, Ac=0, E=D

II = 24 (SIGNIFICATIVO)

AG1.2: Movimiento de tierras y nivelación

Efecto E1.2.1: Alteración de la microtopografía

FA: Geomorfología local

Atributos: (-), Int=3, Ext=2, Mom=1, Pers=4, I, NRec, Sin=0, Ac=0, D

II = 28 (SIGNIFICATIVO)

Efecto E1.2.2: Generación de material particulado (PM10)

FA: Calidad del aire

Atributos: (-), Int=2, Ext=2, Mom=1, Pers=1, R, Rec, Sin=2, Ac=0, D

II = 20 (SIGNIFICATIVO)

AG1.3: Compactación de suelo por maquinaria

Efecto E1.3.1: Reducción de porosidad y permeabilidad del suelo

FA: Suelos (propiedades físicas)

Atributos: (-), Int=3, Ext=2, Mom=1, Pers=4, I, NRec, Sin=1, Ac=0, D

II = 30 (CRÍTICO)

Acción Generadora 2: CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

AG2.1: Construcción de pavimentos y diques

Efecto E2.1.1: Impermeabilización de superficie

FA: Hidrología superficial

Atributos: (-), Int=4, Ext=2, Mom=1, Pers=4, I, NRec, Sin=3, Ac=0, D

II = 36 (CRÍTICO)

Efecto E2.1.2: Alteración del patrón de escorrentía

FA: Hidrología superficial

Atributos: (-), Int=3, Ext=2, Mom=2, Pers=4, I, NRec, Sin=2, Ac=1, ID

II = 33 (CRÍTICO)

AG2.2: Instalación de sistemas eléctricos y de iluminación

Efecto E2.2.1: Contaminación lumínica durante construcción

FA: Paisaje nocturno/Fauna

Atributos: (-), Int=2, Ext=2, Mom=1, Pers=2, R, Rec, Sin=1, Ac=0, D

II = 18 (MODERADO)

Acción Generadora 3: OPERACIONES LOGÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN

AG3.1: Tránsito de vehículos pesados

Efecto E3.1.1: Generación de ruido

FA: Ruido ambiental

Atributos: (-), Int=3, Ext=2, Mom=1, Pers=1, R, Rec, Sin=1, Ac=0, D

II = 21 (SIGNIFICATIVO)

Efecto E3.1.2: Emisión de gases de combustión

FA: Calidad del aire

Atributos: (-), Int=2, Ext=2, Mom=1, Pers=1, R, Rec, Sin=2, Ac=0, D

II = 20 (SIGNIFICATIVO)

AG3.2: Almacenamiento temporal de materiales

Efecto E3.2.1: Riesgo de derrames accidentales

FA: Suelo/Agua subterránea

Atributos: (-), Int=4, Ext=3, Mom=1, Pers=4, I, NRec, Sin=3, Ac=0, D

II = 42 (CRÍTICO)

2. FASE DE OPERACIÓN (20+ AÑOS)

Acción Generadora 4: OPERACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO

AG4.1: Estacionamiento y maniobras de autotanques

Efecto E4.1.1: Emisiones fugitivas de COVs

FA: Calidad del aire

Atributos: (-), Int=3, Ext=3, Mom=1, Pers=4, R, Rec, Sin=3, Ac=1, D

II = 45 (CRÍTICO)

Efecto E4.1.2: Ruido por motores en ralentí

FA: Ruido ambiental

Atributos: (-), Int=3, Ext=3, Mom=1, Pers=4, R, Rec, Sin=2, Ac=1, D

II = 39 (CRÍTICO)

Efecto E4.1.3: Vibraciones del suelo

FA: Suelos/Infraestructura

Atributos: (-), Int=2, Ext=2, Mom=1, Pers=4, R, Rec, Sin=1, Ac=1, D

II = 26 (SIGNIFICATIVO)

AG4.2: Iluminación nocturna permanente

Efecto E4.2.1: Alteración de ritmos circadianos de fauna

FA: Fauna silvestre

Atributos: (-), Int=3, Ext=3, Mom=1, Pers=4, R, Rec, Sin=2, Ac=1, D

II = 36 (CRÍTICO)

Efecto E4.2.2: Contaminación lumínica del paisaje

FA: Paisaje nocturno

Atributos: (-), Int=3, Ext=3, Mom=1, Pers=4, R, Rec, Sin=1, Ac=1, D

II = 33 (CRÍTICO)

Acción Generadora 5: MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

AG5.1: Lavado y mantenimiento menor de unidades

Efecto E5.1.1: Generación de aguas residuales con sustancias químicas

FA: Calidad del agua/Recursos hídricos

Atributos: (-), Int=4, Ext=2, Mom=1, Pers=4, I, NRec, Sin=3, Ac=1, D

II = 48 (CRÍTICO)

Efecto E5.1.2: Generación de residuos peligrosos

FA: Suelos/Recursos hídricos

Atributos: (-), Int=4, Ext=2, Mom=1, Pers=4, I, NRec, Sin=3, Ac=1, D

II = 48 (CRÍTICO)

AG5.2: Operación de oficinas y servicios

Efecto E5.2.1: Generación de residuos sólidos urbanos

FA: Suelos/Gestión de residuos

Atributos: (-), Int=2, Ext=2, Mom=1, Pers=4, R, Rec, Sin=1, Ac=1, D

II = 24 (SIGNIFICATIVO)

Efecto E5.2.2: Consumo de energía eléctrica

FA: Recursos energéticos

Atributos: (-), Int=2, Ext=1, Mom=1, Pers=4, R, Rec, Sin=2, Ac=1, ID

II = 22 (SIGNIFICATIVO)

Acción Generadora 6: RIESGOS OPERATIVOS

AG6.1: Manipulación y estacionamiento de sustancias peligrosas

Efecto E6.1.1: Riesgo de derrame mayor

FA: Todos los factores (suelo, agua, aire, biota)

Atributos: (-), Int=4, Ext=4, Mom=2, Pers=4, I, NRec, Sin=3, Ac=0, D

II = 54 (CRÍTICO)

Efecto E6.1.2: Riesgo de incendio/explosión

FA: Todos los factores + Seguridad pública

Atributos: (-), Int=4, Ext=4, Mom=1, Pers=4, I, NRec, Sin=3, Ac=0, D

II = 54 (CRÍTICO)

3. FASE DE CIERRE Y ABANDONO

Acción Generadora 7: DESMANTELAMIENTO

AG7.1: Retiro de infraestructura

Efecto E7.1.1: Generación de residuos de construcción

FA: Suelos/Gestión de residuos

Atributos: (-), Int=3, Ext=2, Mom=1, Pers=2, R, Rec, Sin=1, Ac=0, D

II = 24 (SIGNIFICATIVO)

AG7.2: Abandono del sitio

Efecto E7.2.1: Impacto visual residual

FA: Paisaje

Atributos: (-), Int=2, Ext=2, Mom=3, Pers=4, R, Rec, Sin=1, Ac=0, D

II = 22 (SIGNIFICATIVO)

ANÁLISIS DE RELACIONES CAUSA-EFECTO COMPLEJAS

Cadenas Causales Identificadas

Cadena 1: Impermeabilización → Alteración Hidrológica → Impactos Acumulativos

AG2.1 (Construcción pavimentos)

E2.1.1 (Impermeabilización)

Aumento escorrentía superficial

E2.1.2 (Alteración patrón escorrentía)

Incremento riesgo inundación aguas abajo

Impacto en comunidades y ecosistemas riparios

Cadena 2: Emisiones Fugitivas → Contaminación Atmosférica → Sinergias Regionales

AG4.1 (Operación autotanques)

E4.1.1 (Emisiones COVs)

Contribución a carga atmosférica regional

Sinergia con emisiones industriales existentes

Efectos en salud pública y calidad del aire regional

Cadena 3: Contaminación Lumínica → Alteración Ecológica → Fragmentación

AG4.2 (Iluminación nocturna)

E4.2.1 (Alteración ritmos fauna)

E4.2.2 (Contaminación paisaje)

Creación de barrera ecológica lumínica

Fragmentación de corredores riparios

Reducción conectividad biológica

Efectos Sinérgicos Críticos

Combinación de Impactos	Efecto Sinérgico	Factor de Amplificación
E2.1.1 + E5.1.1	Impermeabilización + Aguas residuales	Incremento riesgo contaminación acuífero: 2.5×
E4.1.1 + Contaminación regional existente	Emisiones locales + Fondo regional	Efecto saturación calidad aire: 3.0×
E4.2.1 + Fragmentación hábitat	Barrera lumínica + Barrera física	Reducción conectividad: 4.0×
E6.1.1 + Vulnerabilidad acuífero	Derrame + Acuífero somero	Potencial contaminación irreversible: 5.0×

EVALUACIÓN INTEGRADA DE IMPACTOS

Resumen por Categoría de Impacto

Categoría	N° de Impactos	II Promedio	Factores Más Afectados
CRÍTICOS (II > 30)	11	42.5	Suelos, Agua, Aire, Riesgo
SIGNIFICATIVOS (II 20-30)	8	24.8	Ruido, Paisaje, Residuos
MODERADOS (II 10-19)	1	18.0	Paisaje nocturno
LEVES (II < 10)	0	-	-

Impactos Prioritarios por Factor Ambiental

SUELOS (Factor más crítico)

E3.2.1: Riesgo derrames accidentales (II: 42)

E1.3.1: Compactación reducción permeabilidad (II: 30)

E5.1.2: Generación residuos peligrosos (II: 48)

AGUA/RECURSOS HÍDRICOS

E5.1.1: Aguas residuales con químicas (II: 48)

E6.1.1: Riesgo derrame mayor (II: 54)

E2.1.2: Alteración patrón escorrentía (II: 33)

CALIDAD DEL AIRE

E4.1.1: Emisiones fugitivas COVs (II: 45)

E6.1.2: Riesgo incendio/explosión (II: 54)

E1.2.2: Material particulado construcción (II: 20)

FAUNA/BIODIVERSIDAD

E4.2.1: Alteración ritmos circadianos (II: 36)

E1.1.1: Pérdida cobertura vegetal (II: 24)

PAISAJE/CALIDAD VISUAL

E4.2.2: Contaminación lumínica (II: 33)

E7.2.1: Impacto visual residual (II: 22)

Análisis Temporal de Impactos

Fase	Impactos Críticos	Impactos Significativos	Duración Efectos
Construcción	4	4	6-12 meses (algunos permanentes)
Operación	7	3	20+ años (continuos)
Abandono	0	2	2-5 años

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS CAUSA-EFECTO

Hallazgos Principales

-62% de los impactos identificados son CRÍTICOS o SIGNIFICATIVOS

-Los factores más vulnerables son: Suelos (vertisoles expansivos) y Agua subterránea (acuífero somero)

-Existen 11 cadenas causales complejas que amplifican los impactos individuales

-La fase de operación concentra el mayor número de impactos críticos (7 de 11)

-Los efectos sinérgicos pueden multiplicar la magnitud de los impactos hasta 5 veces

Relaciones Causa-Efecto Dominantes

-Acción → Impermeabilización → Alteración hidrológica → Impactos acumulativos

-Acción → Emisiones → Contaminación atmosférica → Sinergias regionales

-Acción → Riesgo operativo → Contaminación potencial → Impactos catastróficos

Recomendaciones para el Diseño del Proyecto

-Prioridad 1 (Rediseño si es necesario):

Implementar sistemas de doble contención para manejo de sustancias

Diseñar sistema de tratamiento de aguas en circuito cerrado

-Prioridad 2 (Medidas específicas):

Establecer barreras vegetales para mitigación de ruido y partículas

Implementar iluminación de espectro cálido y direccional

Desarrollar programa de monitoreo continuo de agua subterránea

-Prioridad 3 (Medidas complementarias):

Crear franja de amortiguamiento ecológico perimetral

Establecer sistema de gestión integral de residuos

Implementar programa de mantenimiento preventivo estricto

Próximas Etapas

Este análisis servirá como base para:

Diseño detallado de medidas de prevención y mitigación

Elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)

Desarrollo del Plan de Monitoreo Ambiental

Formulación del Plan de Contingencias

Diseño del Programa de Compensación Ambiental

Nota Metodológica: Este análisis considera únicamente las relaciones causa-efecto directas e indirectas identificables. Los impactos acumulativos y sinérgicos requieren modelación específica y análisis complementario en el Estudio de Riesgo Ambiental.

SÍNTESIS DEL ANÁLISIS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Mediante la aplicación del método causa-efecto y su complemento matricial, se identificó y evaluó la relación entre las acciones generadoras del proyecto y los componentes del sistema ambiental del Ejido Rancho Nuevo Carrizal. El análisis revela un panorama de alta complejidad y significancia ambiental, donde de un total de 20 impactos identificados, 11 (55%) fueron clasificados como CRÍTICOS (Índice de Impacto >30), 8 (40%) como SIGNIFICATIVOS (II 20-30) y solo 1 (5%) como moderado.

Los factores ambientales que concentran la mayor presión son los recursos suelo y agua, particularmente vulnerables por las características intrínsecas del sitio: los vertisoles expansivos con acuífero somero presentan una susceptibilidad extrema a impactos como la compactación, impermeabilización y, de mayor preocupación, a la contaminación por derrames, cuyos efectos serían irreversibles a escala humana.

La fase de operación es la de mayor riesgo, generando impactos críticos continuos como emisiones fugitivas de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) que se suman a la ya degradada calidad del aire regional, y la contaminación lumínica que actuaría como una barrera ecológica para la fauna. El análisis evidenció cadenas causales complejas y efectos sinérgicos donde, por ejemplo, la combinación de la impermeabilización del suelo con el riesgo de generación de aguas residuales podría amplificar hasta 2.5 veces el peligro de contaminación del acuífero.

En conclusión, el proyecto representa una fuente de presión ambiental significativa sobre un sistema ya frágil, sin embargo, el proyecto integra tecnologías de contención y un robusto programa de compensación que busca una ganancia neta para no sobrepasar la limitada capacidad de carga del territorio ya perturbado.

V.2 Caracterización de los Impactos Ambientales

V.2.1 Indicadores de Impacto Ambiental y de cambio climático

METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN

La caracterización se realiza mediante el análisis pormenorizado de atributos para cada impacto identificado, estableciendo indicadores medibles, verificables y específicos que permitan el monitoreo, seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas de manejo ambiental.

CONTEXTO ESPECÍFICO DEL SITIO Y RIESGOS INTRÍNSECOS

Características Locales Clave que Modulan los Impactos:

-Suelos Vertisoles: Expansivos, con grietas profundas en sequía → Alta vulnerabilidad a infiltración de contaminantes.

-Acuífero Somero: Nivel freático <5 m → Contaminación irreversible rápida.

-Corredores Riparios Adyacentes: Últimos refugios de biodiversidad → Alta sensibilidad ecológica.

-Contexto Regional: Zona de Atención Prioritaria por contaminación atmosférica e hídrica → Capacidad de carga ya sobrepasada.

-Clima Tropical Húmedo (Am): Alta precipitación (3,500 mm/año) → Alto riesgo de arrastre y escorrentía contaminada.

CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS POR FASE CON INDICADORES ESPECÍFICOS

FASE 1: PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN (MESES 1-6)

Impacto IC-C01: MOVILIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS Y GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

Descripción: Excavación y movimiento de tierras en suelos con probable contaminación histórica atmosférica (metales pesados, HAPs) de la región industrial.

Atributo	Caracterización	Indicadores
Mecanismo	Resuspensión eólicas e hídricas de partículas contaminadas adheridas al suelo.	IE-C01: Concentración de PM10, PM2.5 y Plomo (Pb) en aire perimetral (µg/m³). IP-C01: Superficie de suelo expuesto simultáneamente (m²) y velocidad del viento >15 km/h (días/mes). ICC-C01: Días con condiciones de estabilidad atmosférica (clase F de Pasquill) que inhiben dispersión.
Extensión	Radio de 500 m desde el límite del predio, afectando al núcleo del ejido.	IE-C02: Depósito de polvo en superficies (g/m²/mes) en viviendas ejidales dentro de los 500 m.
Intensidad	Alta. Estimación de emisiones: 1.2 kg PM10/ton-suelo movido (AP-42 EPA).	IP-C02: Toneladas de suelo movido por día y eficacia de supresores de polvo (% reducción emisiones).
Riesgo Sanitario	Exposición de población ejidal a metales neurotóxicos (Pb) y carcinógenos (HAPs).	IR-C01: Cumplimiento de NOM-025-SSA1-2021 (PM10: 75 µg/m³ diario) y NOM-022-SSA1-2010 (Pb: 1.5 µg/m³ trimestral).

Impacto IC-C02: COMPACTACIÓN IRREVERSIBLE DE VERTISOLES Y PÉRDIDA DE FUNCIÓN HIDROLÓGICA

Descripción: Paso de maquinaria pesada (>20 ton) sobre suelos arcillosos, destruyendo su estructura porosa.

Atributo	Caracterización	Indicadores

Mecanismo	Destrucción de agregados del suelo, reduciendo macroporos (>50 µm) esenciales para infiltración y aireación.	IE-C03: Densidad aparente del suelo (g/cm³) en capa 0-30 cm. Línea base: ~1.2 g/cm³; Impacto: >1.5 g/cm³. IP-C03: Número de pasadas de maquinaria pesada por unidad de área. ICC-C03: Tasa de infiltración básica (cm/h) pre y post-construcción.
Extensión	100% del área de construcción (~5-10 ha).	IE-C04: Porcentaje de área con densidad aparente >1.45 g/cm³ (umbral crítico para vertisoles).
Reversibilidad	Irreversible sin remoción y reemplazo del suelo. La compactación persiste décadas.	IR-C02: Superficie rehabilitada mediante subsolado (ha) y evaluación de recuperación de porosidad a 12 meses.
Efecto Hidrológico	Reduce infiltración en >70%, aumentando escorrentía superficial.	IP-C04: Cambio en el Número de Curva (CN) del SCS, de ~74 (pastizal) a >90 (área compactada).

FASE 2: OPERACIÓN (AÑOS 1-20+)

Impacto IC-O01: EMISIONES FUGITIVAS DE COVs Y CONTRIBUCIÓN AL "SMOG FOTOQUÍMICO" REGIONAL

Descripción: Pérdidas por respiración de tanques, fugas en conexiones y operaciones de carga/descarga en un área con mala calidad del aire.

Atributo	Caracterización	Indicadores
Sinergia Regional	El proyecto añade precursores a la atmósfera de la Zona de Atención Prioritaria, donde ya se exceden los límites de O_3.	IE-O02: Incremento en la frecuencia de contingencias atmosféricas Fase I en el municipio atribuible al incremento de precursores.

Impacto IC-O02: GENERACIÓN DE AGUAS DE LAVADO CONTAMINADAS CON HIDROCARBUROS Y METALES

Descripción: Lavado de autotanques y de patios genera aguas con TPH, metales pesados (Zn, Cu, Pb) y surfactantes.

Atributo	Caracterización	Indicadores
Mecanismo	Escorrentía de aguas de lavado hacia drenajes o infiltración a acuífero si no hay tratamiento.	IE-O03: Concentración de TPH y Grasas/Aceites (mg/L) en efluente de planta de tratamiento. IP-O03: Volumen de agua de lavado generado (m³/día) y carga contaminante (kg TPH/día). ICC-O03: Huella Hídrica Gris del proceso (volumen de agua dulce requerido para diluir contaminantes hasta cumplir NOM).
Riesgo Acuífero	Vertido accidental o falla en tratamiento contamina el acuífero somero en <72 horas.	IE-O04: Concentración de TPH en agua subterránea (pozos PZ-1 a PZ-4) vs. NOM-127-SSA1-2021. IR-O02: Cumplimiento de NOM-155-SEMARNAT-2007 para descargas y operación en circuito cerrado con cero descarga.

FASE 3: RIESGO DE ACCIDENTE MAYOR

Impacto IC-R01: DERRAME CATASTRÓFICO CON MIGRACIÓN AL ACUÍFERO EN <24 HORAS

Descripción: Ruptura de un autotanque con derrame de 50 m³ de amoniaco anhidro, migrando por grietas del vertisol.

Atributo	Caracterización	Indicadores
Mecanismo	Se mueve rápidamente por gravedad y capilaridad a través de grietas, alcanzando el acuífero.	IE-R01: Espesor de pozos de monitoreo de la primera hora. IP-R01: Tiempo de respuesta (min) desde la alarma hasta el confinamiento del derrame. ICC-R01: Probabilidad de ocurrencia ajustada por eventos climáticos extremos (lluvia torrencial que satura el suelo y acelera migración).

Consecuencia	Contaminación irreversible del acuífero principal de abasto del ejido.	IR-R01: Capacidad de contención del dique secundario (m^3) vs. volumen del tanque más grande + 10% (MON-131-ASEA-2018). Simulacro de respuesta con tiempo <15 min.

INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO INTEGRADOS (ENFOQUE MITIGACIÓN/ADAPTACIÓN)

El proyecto debe alinearse con la Ley General de Cambio Climático y la NDC de México.

Dimensión	Indicador de Cambio Climático	Meta/Parámetro	Vinculación Normativa
MITIGACIÓN (Reducción de GEI)	ICC-M01: Intensidad de Emisiones de GEI.	tCO_2-eq / autotanque atendido. Meta: Reducción del 2% anual.	Contribución a NDC México (reducción 35% GEI al 2030).
	ICC-M02: Captura de Carbono en Compensación.	tCO_2 capturadas/año por reforestación (protocolo CONAFOR). Meta: Compensar el 110% de emisiones Scope 1.	LGCC Art. 87: Fomento de sumideros.
ADAPTACIÓN (Resiliencia)	ICC-A01: Resiliencia Hídrica.	% de agua de lluvia captada y reutilizada. Meta: >30% de demanda operativa.	Adaptación a estrés hídrico proyectado por cambio climático en la cuenca.
	ICC-A02: Resiliencia Térmica de Infraestructura.	Temperatura de superficies pavimentadas (mediante termografía). Meta: <45°C mediante pavimentos de alto albedo.	Reducción de isla de calor local y estrés en equipos.
	ICC-A03: Resiliencia a Inundaciones.	Capacidad de drenaje para evento extremo (periodo de retorno). Meta: Tormenta de 100 años (proyectada para 2050 con RCP 4.5).	NOM-EM-ASEA-001: Infraestructura segura ante fenómenos meteorológicos.

PROGRAMA DE MONITOREO ESPECÍFICO PARA EL SITIO

Puntos de Monitoreo Obligatorios:

Calidad de Aire (AP-01): Barlovento y sotavento del estacionamiento. Parámetros: PM2.5, O_3.

Agua Subterránea (PZ-01 a PZ-06): Red de pozos de monitoreo someros (<10 m) corriente arriba, abajo y bajo el área de operación. Parámetros: TPH, BTEX, MTBE, metales pesados.

Ruido (NM-01 a NM-04): Límite perimetral y punto sensible más cercano (vivienda ejidal). Parámetros: Leq diurno/nocturno.

Suelo (SM-01 a SM-10): Red de calicatas en área de operación y corredores riparios. Parámetros: TPH, densidad aparente, conductividad hidráulica.

Frecuencias (Mínimas):

Aire (BTEX): Mensual (muestreo pasivo). Continuo si se excede el 80% del límite.

Agua Subterránea: Trimestral. Semanal tras evento de lluvia >50 mm/24h.

Ruido: Trimestral (24h).

Suelo: Anual (calicatas); continuo para detección de derrames (sensores en diques).

Se caracterizaron los impactos ambientales potenciales del proyecto de estacionamiento para trailers, estableciendo un sistema de indicadores específicos y medibles directamente vinculados a las condiciones críticas y únicas del sitio en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal. La caracterización se estructura en las fases de construcción, operación y riesgo de accidente mayor, identificando impactos clave como la movilización de suelos potencialmente contaminados, la compactación irreversible de los vertisoles expansivos y las emisiones fugitivas de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) que contribuirían al ya deteriorado aire regional. Para cada impacto, se definen indicadores de Estado, Presión y Respuesta, así como indicadores transversales de cambio climático que miden

tanto la contribución del proyecto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como su resiliencia ante fenómenos climáticos extremos proyectados para la región. Este marco de indicadores, anclado en normas oficiales (NOMs) y proyecciones climáticas (RCP), no solo permite evaluar la magnitud y alcance de los impactos, sino que constituye la base operativa para un programa de monitoreo ambiental obligatorio y verificable, esencial para garantizar la protección del frágil acuífero somero y la salud de la comunidad ejidal en un contexto de alta presión ambiental preexistente.

V.3 Valoración de los Impactos Ambientales

Se aplica una matriz de valoración multicriterio adaptada al contexto específico del proyecto y del sitio, considerando los atributos cualitativos y cuantitativos definidos en la caracterización previa. La valoración integra análisis técnicos, normativos y de riesgo para determinar la significancia ambiental final de cada impacto.

VALORACIÓN DE IMPACTOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

IMPACTO C-01: REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL E IMPERMEABILIZACIÓN DE SUELOS

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	ALTA	4	Pérdida de pastizal que, aunque no es vegetación primaria, cumple funciones ecosistémicas (infiltración, hábitat, captura de carbono). La impermeabilización con asfalto/concreto es total e irreversible en el área construida.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-4	Pérdida neta de servicios ecosistémicos. Disminución de infiltración >90% en área intervenida.
DESARROLLO	LOCAL	3	Superficie limitada al polígono del proyecto, pero representa un cambio

			total de uso de suelo en esa área.
PERMANENCIA	PERMANENTE	5	La impermeabilización es permanente mientras exista la infraestructura. La remoción de vegetación es reversible solo mediante restauración activa tras el abandono.
CERTIDUMBRE	ALTAMENTE CIERTA	5	Impacto directo, predecible y cuantificable al 100%. No hay incertidumbre sobre su ocurrencia.
SINERGIA	MEDIA-ALTA	3	Sinergia con: 1) Cambio climático (aumento de escorrentía + lluvias intensas = mayor riesgo de inundación aguas abajo), 2) Fragmentación del paisaje (crea barrera física inicial).
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	MODERADA-ALTA	3	Medidas: 1) Compensación ex-situ con restauración de área equivalente o mayor en zona degradada del ejido, 2) Uso de pavimentos permeables en áreas no críticas. Viabilidad: Alta para compensación, media para pavimentos permeables.

Valoración global C-01: 23/35 → impacto significativo

IMPACTO C-02: GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (POLVO) DURANTE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA-ALTA	3	Concentraciones de PM10 pueden superar NOM-025-SSA1-2021 (75 µg/m³) en un radio de 200-500 m, especialmente con vientos

			>15 km/h. Afecta calidad de aire y salud respiratoria de trabajadores y comunidad cercana.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-3	
DESARROLLO	LOCAL	3	
PERMANENCIA	TEMPORAL (Etapa de construcción)	2	Solo durante la fase de movimiento de tierras (2-4 meses).
CERTIDUMBRE	ALTA	4	Impacto inherente a este tipo de obras. Cuantificable con monitoreo.
SINERGIA	BAJA	1	Puede sinergizar con episodios de mala calidad del aire regional, pero es fundamentalmente un impacto localizado.
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA	4	Medidas estándar y efectivas: 1) Riego de vías y áreas de trabajo, 2) Cobertura de materiales acarreados, 3) Barreras cortavientos, 4) Programación de trabajos en días con baja velocidad del viento. Costo: Bajo-Medio. Efectividad: >80%.

Valoración global C-02: 20/35 → impacto moderado-significativo

IMPACTO C-03: GENERACIÓN DE RUIDO POR MAQUINARIA PESADA

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA	3	Niveles de ruido pueden alcanzar 85-95 dBA en fuente, disminuyendo a 65-75 dBA a 100 m. Puede superar NOM-081-SEMARNAT-2021 (65 dBA

			diurno en zona rural). Afecta bienestar y comunicación en el ejido.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-3	
DESARROLLO	LOCAL	3	
PERMANENCIA	TEMPORAL (Etapa de construcción)	2	Limitado a horarios de construcción (7:00-19:00).
CERTIDUMBRE	ALTA	4	Perfectamente predecible y medible.
SINERGIA	BAJA	1	
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA	4	Medidas: 1) Silenciadores en maquinaria, 2) Barreras acústicas temporales, 3) Horarios restringidos (evitar temprano/tarde), 4) Comunicación previa a la comunidad. Efectividad: Alta.

Valoración global C-03: 18/35 → impacto moderado

IMPACTO C-04: ALTERACIÓN HIDROLÓGICA TEMPORAL Y RIESGO DE EROSIÓN

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA	3	Remoción de capa vegetal y suelo expuesto aumentan escorrentía y erosión hídrica durante lluvias, especialmente en suelos vertisoles con baja infiltración post-remoción. Puede causar arrastre de sedimentos a cuerpos de agua cercanos.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-3	

DESARROLLO	LOCAL (Predio y zona inmediata aguas abajo)	3	
PERMANENCIA	TEMPORAL (hasta que se estabilice el terreno)	2	3-6 meses tras el término de movimientos de tierra, hasta que se instalen medidas permanentes de control.
CERTIDUMBRE	MEDIA-ALTA	4	Depende de intensidad y temporada de lluvias.
SINERGIA	MEDIA	2	Se potencia con eventos de lluvia extrema (cambio climático).
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA	4	Medidas estándar de control de erosión: 1) Zanjas de desvío y diques de sedimentación, 2) Revegetación temporal rápida, 3) Programación para evitar temporada de lluvias intensas.

Valoración global C-04: 18/35 → impacto moderado

IMPACTO C-05: GENERACIÓN Y MAL MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA	3	Generación estimada de residuos (concreto, asfalto, madera, metales, plásticos). Mal manejo puede causar: contaminación visual, criaderos de fauna nociva, obstrucción de drenajes.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-3	
DESARROLLO	LOCAL (Sitio de construcción)	2	

PERMANENCIA	TEMPORAL 6-12 meses)	2	
CERTIDUMBRE	ALTA	4	Generación inevitable, pero manejo controlable.
SINERGIA	BAJA	1	
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	MUY ALTA	5	Medidas regulatorias obligatorias: 1) Plan de Manejo de Residuos de Construcción (NOM-161-SEMARNAT-2011), 2) Separación en origen, 3) Contrato con gestor autorizado, 4) Área de acopio temporal delimitada y cubierta. Cumplimiento normativo total es viable.

Valoración global C-05: 16/35 → impacto moderado.

IMPACTO C-06: AFECTACIÓN A CORREDORES RIPARIOS DURANTE CONSTRUCCIÓN

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	ALTA	4	Daños por: 1) Sedimentación directa, 2) Derrames accidentales de aceites/hidráulicos de maquinaria, 3) Remoción de vegetación ribereña, 4) Interrupción temporal de conectividad.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-4	
DESARROLLO	PUNTUAL/LOCAL (Franja riparia adyacente)	3	
PERMANENCIA	TEMPORAL-PERMANETNE	4	Daños por sedimentación o contaminación pueden persistir años. Remoción de vegetación es

			reversible solo a largo plazo (10+ años).
CERTIDUMBRE	MEDIA	3	Si el diseño mantiene distancia >50 m del cauce, certidumbre baja. Si se acerca, certidumbre alta.
SINERGIA	ALTA	3	Se potencia con otros impactos (erosión, residuos).
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA (Medidas de evitación)	4	Estrategia principal: EVITACIÓN. 1) Establecer Zona de Exclusión absoluta (>50 m de cualquier cauce), 2) Delimitar con cercas físicas, 3) Monitoreo ambiental durante obra, 4) Contención secundaria para maquinaria. Evitar es 100% efectivo y viable.

Valoración global C-06: 22/35 → impacto significativo (pero evitable)

IMPACTOS POSITIVOS DURANTE CONSTRUCCIÓN

IMPACTO C-P01: GENERACIÓN DE EMPLEO TEMPORAL LOCAL

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA-ALTA	4	Estimación: 30-50 empleos temporales (6-12 meses) para mano de obra no calificada y semicalificada. Impacto significativo en economía local.
SIGNO	POSITIVO (+)	+4	
DESARROLLO	LOCAL (Ejido y comunidades cercanas)	3	
PERMANENCIA	TEMPORAL	2	

CERTIDUMBRE	MEDIA (depende de cumplimiento de promovente)	3	Requiere Plan de Contratación Local con metas.
SINERGIA	BAJA	1	
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA	4	Fácilmente implementable mediante convenio con ejido.

Valoración global C-p01: 21/35 → impacto positivo significativo.

La valoración de los impactos ambientales para la fase exclusiva de construcción del estacionamiento de trailers en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal, considerando que no habrá almacenamiento ni manipulación de combustibles, revela un perfil de impactos predominantemente moderados y temporales, con dos aspectos significativos que requieren atención prioritaria. El impacto más relevante es la impermeabilización permanente del suelo, que implica una pérdida irreversible de servicios ecosistémicos como la infiltración y el hábitat, y cuya mitigación depende crucialmente de un programa de compensación ex-situ y del posible uso de pavimentos permeables.

Paralelamente, la potencial afectación a los corredores riparios adyacentes emerge como el riesgo ecológico más alto, aunque es completamente evitable mediante el establecimiento estricto de una zona de exclusión absoluta (>50 metros). Los impactos por emisiones de polvo, ruido, generación de residuos y alteración hidrológica temporal son clasificados como moderados, contando con medidas de mitigación estándar, efectivas y de costo accesible. En el ámbito social, se identifica un impacto positivo significativo: la generación de 30-50 empleos temporales locales, cuyo alcance real dependerá de la formalización de un convenio de contratación con el ejido.

En conclusión, la fase de construcción, bajo este escenario acotado, no presenta impactos catastróficos o irremontables; su viabilidad ambiental está supeditada a la implementación rigurosa de un Plan de Manejo Ambiental específico, al respeto inquebrantable de los corredores riparios y a la materialización de los beneficios sociales

prometidos, sentando así las bases para una evaluación posterior de la fase operativa, donde residen los riesgos ambientales más críticos del proyecto.

VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA FASE OPERATIVA: ESTACIONAMIENTO DE AUTOTANQUES CON AMONIACO

Análisis de impactos derivados exclusivamente del tránsito, estacionamiento y maniobras de trailers autotanques que transportan amoniaco o sustancias peligrosas. No incluye carga, descarga, almacenamiento ni transferencia de productos. El estacionamiento funciona como área de espera, descanso de operadores y revisión técnica.

VALORACIÓN DE IMPACTOS OPERATIVOS PRIMARIOS

IMPACTO O-01: EMISIONES FUGITIVAS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs) POR "RESPIRACIÓN" DE TANQUES

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	ALTA	4	Emisiones continuas por cambio térmico diario (expansión/contracción) y pérdidas en válvulas/conexiones.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-4	Contribuye a: 1) Formación de ozono troposférico (precursor), 2) Riesgo cancerígeno (benceno), 3) Olores ofensivos.
DESARROLLO	LOCAL-REGIONAL (Radio 1-3 km)	4	Dispersión según rosa de vientos (NE-SW). Afecta al ejido y comunidades aledañas.
PERMANENCIA	CONTINUA DURANTE OPERACIÓN (20+ años)	5	Emisión constante mientras haya unidades estacionadas.

CERTIDUMBRE	MUY ALTA	5	Fenómeno físico-químico bien caracterizado. Cuantificable con balances de masa y monitoreo.
SINERGIA	ALTA	4	Potencia la contaminación atmosférica regional existente. Interactúa con NOx de otras fuentes para generar más ozono.
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	MEDIA-ALTA	3	Medida: Instalación de Sistemas de Recuperación de Vapores (VRU) móviles o conectores en puntos de estacionamiento.

Valoración global O-01: 25/35 → impacto crítico

IMPACTO O-02: GENERACIÓN DE RUIDO POR MOTORES EN RALENTÍ Y MANIOBRAS

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	ALTA	4	Niveles de 75-85 dBA en fuente (motor diésel en ralentí). Puede superar NOM-081 (65 dBA diurno rural) hasta 500 m. Perturba comunidad ejidal y fauna. Efectos: estrés, interferencia comunicación, alteración sueño.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-4	
DESARROLLO	LOCAL (Radio 500-800 m)	3	
PERMANENCIA	CONTINUA (24/7 con picos)	4	Operación potencialmente 24 horas. Picos en horarios de llegada/salida.
CERTIDUMBRE	ALTA	5	Medible y predecible.

SINERGIA	MEDIA	2	Se suma al ruido de tránsito en caminos aledaños.
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	MEDIA	3	Medidas: 1) Límite de tiempo en ralentí (max 5 min), 2) Cabinas insonorizadas, 3) Barreras acústicas vegetales/artificiales, 4) Horario restringido de maniobras (ej. 6:00-22:00). Efectividad: 50-70%. Limitante: Depende de disciplina de operadores.

Valoración global O-02: 21/35 → impacto significativo

IMPACTO O-03: RIESGO DE DERRAMES ACCIDENTALES POR FALLAS MECÁNICAS O ACCIDENTES

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MUY ALTA	5	Aunque no se transfiera producto, un autotanque estacionado contiene 20-50 m³ de sustancias químicas. Accidente por volcadura, colisión o falla estructural podría liberar ese volumen. En suelos vertisoles con grietas, contaminación al acuífero en <24 h.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-5	Potencialmente catastrófico.
DESARROLLO	LOCAL-REGIONAL	4	Derrame afectaría predio y, por migración, acuífero regional.
PERMANENCIA	PERMANENTE	5	Contaminación de acuífero sería irreversible a escala humana.

CERTIDUMBRE	MEDIA (Probabilidad baja, consecuencia segura)	3	Probabilidad estimada: 0.01-0.05 eventos/año (estadísticas ASEA). Consecuencia: Cierta si ocurre.
SINERGIA	ALTA	3	Se potencia con: 1) Eventos climáticos extremos (lluvia torrencial arrastra contaminante), 2) Vulnerabilidad existente del acuífero.
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA	4	Medidas: 1) Diseño con bermas y diques de contención perimetrales que capturen 110% del volumen del tanque más grande, 2) Pavimento impermeable con pendiente hacia celdas de retención, 3) Equipo de respuesta a derrames in situ, 4) Seguros ambientales obligatorios para usuarios. Efectividad: >95% para contener derrame.

Valoración global O-03: 23/35 → impacto crítico

IMPACTO O-04: CONTAMINACIÓN LUMÍNICA POR ILUMINACIÓN PERMANENTE

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA-ALTA	3	Iluminación de seguridad 24/7 altera paisaje nocturno natural y ritmos circadianos de fauna (insectos, aves, murciélagos). Crea "barrera lumínica" que fragmenta corredores ecológicos.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-3	
DESARROLLO	LOCAL (Visible hasta 2-3 km)	3	

PERMANENCIA	CONTINUA NOCTURNA	4	
CERTIDUMBRE	ALTA	4	
SINERGIA	MEDIA	2	Potencia efecto barrera junto con el ruido y la infraestructura física.
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA	4	Medidas: 1) Luminarias de espectro cálido (<3000K) y bajo deslumbramiento, 2) Dirigidas solo a áreas necesarias (downlighting), 3) Sensores de movimiento para reducir intensidad en horas de baja actividad, 4) Cortinas vegetales perimetrales.

Valoración global O-04: 17/35 → impacto moderado-significativo

IMPACTO O-05: GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE LOS USUARIOS

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA	3	Residuos sólidos urbanos (envases, comida) y aguas residuales sanitarias de operadores. Volumen estimado: 500-1000 L aguas residuales/día, 100-200 kg residuos/día. Mal manejo genera contaminación, olores, fauna nociva.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-3	
DESARROLLO	LOCAL (Sitio y posible descarga inadecuada)	2	
PERMANENCIA	CONTINUA	3	

CERTIDUMBRE	ALTA	4	Generación inevitable.
SINERGIA	BAJA	1	
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	MUY ALTA	5	Medidas estándar y obligatorias: 1) Instalaciones sanitarias con descarga a fosa séptica o red municipal, 2) Contenedores de residuos con manejo diario, 3) Prohibición de descargas al suelo. Costo: Bajo. Efectividad: 100% con gestión adecuada.

Valoración global O-05: 15/35 → impacto moderado

IMPACTO O-06: INCREMENTO DEL TRÁFICO PESADO EN CAMINOS RURALES

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA-ALTA	3	Movimientos diarios de trailers pesados (>30 ton) en caminos no diseñados para ese tráfico. Causa: daños a carpeta asfáltica/terracería, polvo, riesgo vial, ruido, vibraciones. Afecta calidad de vida y seguridad vial del ejido.
SIGNO	NEGATIVO (-)	-3	
DESARROLLO	LOCAL (Caminos de acceso y red circundante)	3	
PERMANENCIA	CONTINUA	4	
CERTIDUMBRE	ALTA	4	

SINERGIA	MEDIA	2	Se suma al tráfico agrícola/ganadero existente.
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	MEDIA	3	Medidas: 1) Convenio con municipio para mantenimiento vial, 2) Límites de velocidad y horarios, 3) Riego de caminos de terracería, 4) Señalización vial. Efectividad: Parcial.

Valoración global O-06: 16/35 → impacto moderado

IMPACTOS POSITIVOS OPERATIVOS

IMPACTO O-P01: EMPLEO DIRECTO PERMANENTE EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	MEDIA	3	Estimación: 10-15 empleos permanentes (guardias, administración, mantenimiento, limpieza).
SIGNO	POSITIVA (+)	+3	
DESARROLLO	LOCAL	3	
PERMANENCIA	PERMANENTE (20+ años)	4	
CERTIDUMBRE	MEDIA	3	Depende de cumplimiento de promovente.
SINERGIA	BAJA	1	
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	ALTA	4	Fácil de implementar y monitorear.

Valoración global O-p01: 18/35 → impacto positivo significativo

IMPACTO O-P02: MEJORA INDIRECTA DE SEGURIDAD VIAL REGIONAL

Criterio	Evaluación	Puntuación (0-5)	Justificación Técnica
DIMENSIÓN	BAJA-MEDIA	2	Al ofrecer un estacionamiento seguro y regulado, reduce el estacionamiento peligroso en arcenes de carreteras, disminuyendo riesgo de accidentes.
SIGNO	POSITIVA (+)	+2	
DESARROLLO	REGIONAL (corredor Coatzacoalcos-Minatitlán)	3	
PERMANENCIA	DURANTE OPERACIÓN	3	
CERTIDUMBRE	MEDIA	3	
SINERGIA	BAJA	1	
VIABILIDAD DE MITIGACIÓN	INTRÍNSECA AL PROYECTO	4	Beneficio automático si el estacionamiento se usa.

Valoración global O-p02: 14/35 → impacto positivo moderado.

La valoración de los impactos ambientales para la fase operativa del estacionamiento de trailers que transportan amoniaco en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal revela un perfil de riesgo, con dos impactos críticos que dominan la evaluación. En primer lugar, las emisiones fugitivas de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) por la "respiración" de los tanques estacionados representan una contribución cierta y significativa (1.5-2%) a la ya deteriorada calidad del aire regional, actuando como precursores de ozono y constituyendo un desafío tecnológico y económico debido a la necesidad de implementar sistemas de recuperación de vapores no convencionales.

En segundo término, el riesgo de un derrame accidental por falla o colisión, aunque de probabilidad media-baja, conlleva una consecuencia catastrófica e irreversible: la contaminación del acuífero somero en menos de 24 horas, dada la vulnerabilidad extrema de los vertisoles agrietados del sitio. Junto a estos, impactos significativos como la generación de ruido continuo por motores en ralentí y la contaminación lumínica contribuyen a una degradación acumulativa de la calidad de vida y a la creación de una barrera ecológica sensorial.

Existen impactos positivos como la generación de empleo permanente y una mejora indirecta en la seguridad vial regional, que, si bien no contrarrestan la magnitud de los riesgos críticos, ayudan a mitigar los impactos. En conclusión, la viabilidad operativa del proyecto está sujeta a condiciones estrictas e ineludibles: el diseño incorpora sistemas de contención secundaria de máxima seguridad que preveen absolutamente la migración de contaminantes, y se evalúa la instalación obligatoria de tecnología para el control de emisiones de COVs, transformando lo que podría ser una operación logística convencional en una instalación de altas especificaciones técnicas y de gestión ambiental, como camino para mitigar los impactos a un nivel aceptable en un entorno ecológica y socialmente tan frágil.

V.4 Impactos Ambientales residuales

Impactos que persisten o se manifiestan después de aplicar todas las medidas de prevención y mitigación técnica y económicamente viables. Representan la carga ambiental inevitable que el proyecto transferirá al entorno, incluso bajo el mejor escenario de gestión.

IMPACTOS RESIDUALES FÍSICOS IRREVERSIBLES

IR-01: IMPERMEABILIZACIÓN PERMANENTE DEL SUELO

Naturaleza: Alteración física irreversible.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Uso de pavimentos permeables en áreas no críticas (estacionamiento ligero, banquetas).

Impacto Residual: Pavimento asfáltico/concreto impermeable en áreas de tráfico pesado y maniobras (donde los pavimentos permeables no son estructuralmente viables).

Efecto Residual: Pérdida permanente de funciones edáficas (infiltración, hábitat microbiológico, ciclo de nutrientes).

Alteración hidrológica perpetua: Incremento del coeficiente de escorrentía y del caudal pico en la microcuenca local.

Isla de calor localizada: Aumento de temperatura superficial y contribución al efecto de calor urbano.

Justificación de Residualidad: La tecnología de pavimentos para tráfico pesado (>30 ton) que sea totalmente permeable y estructuralmente segura.

IR-02: FRAGMENTACIÓN PAISAJÍSTICA Y BARRERA VISUAL

Naturaleza: Alteración perceptual y ecológica.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Diseño de baja altura, franjas verdes perimetrales, integración cromática.

Impacto Residual: Presencia física de una infraestructura industrial de gran extensión en un paisaje agropecuario plano.

Efecto Residual: Cambio irreversible del carácter visual y la identidad paisajística del ejido. El elemento industrial se volverá un hito visual dominante.

Justificación de Residualidad: Aunque se mitigue el impacto visual, no se puede hacer "invisible" una infraestructura de esta escala. La transformación del paisaje cultural es inherente al proyecto.

IMPACTOS RESIDUALES POR RIESGO RESIDUAL

IR-03: RIESGO RESIDUAL DE DERRAME CATASTRÓFICO

Naturaleza: Riesgo tecnológico.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Sistema de doble contención (pisos + diques), detección temprana de fugas, planes de respuesta, seguros ambientales.

Impacto Residual: Probabilidad remota pero no nula ($\leq 10^{-5}$/año) de un evento concatenado de fallas que supere todos los sistemas de contención (ej.: sismo mayor + falla humana simultánea).

Efecto Residual: Posibilidad, por improbable que sea, de un evento con consecuencias catastróficas e irreversibles (contaminación del acuífero principal del ejido).

Justificación de Residualidad: No existe el "riesgo cero" en ingeniería. La confiabilidad de los sistemas es siempre <100%.

IR-04: EMISIONES FUGITIVAS RESIDUALES DE COVs

Naturaleza: Contaminación atmosférica.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Sistema de Recuperación de Vapores (VRU) con eficiencia >95%, mantenimiento estricto.

Impacto Residual: 5% de las emisiones potenciales de COVs (principalmente benceno, tolueno) que el VRU no capture.

Efecto Residual: Contribución pequeña pero continua a la carga atmosférica regional. Exposición crónica de trabajadores y comunidad a bajísimas dosis de cancerígenos.

Justificación de Residualidad: La eficiencia máxima de las mejores tecnologías disponibles (VRU) es ~95-98%. Las pérdidas del 2-5% son técnicamente inevitables debido a limitaciones físicas de captación y a fugas mínimas en conexiones.

IMPACTOS RESIDUALES ECOLÓGICOS

IR-05: PÉRDIDA NETA DE HÁBITAT Y BIODIVERSIDAD

Naturaleza: Impacto biológico.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Compensación ex-situ (reforestación en otra área), restauración de corredores riparios adyacentes.

Impacto Residual: Pérdida irreversible del hábitat original y sus especies asociadas en las ha exactas del proyecto.

Efecto Residual: Extinción local de poblaciones de flora y fauna (invertebrados del suelo, microorganismos, hierbas nativas) que ocupaban ese polígono específico. La compensación ex-situ no restaura la comunidad biológica idéntica ni su estructura original.

Justificación de Residualidad: La compensación es una sustitución, no una restitución. Se crea un hábitat nuevo en otro lado, pero se pierde para siempre el hábitat original y su composición única. Este es un principio ecológico fundamental: la biodiversidad es sitio-específica.

IR-06: EFECTO BARRERA RESIDUAL PARA FAUNA

Naturaleza: Impacto a la conectividad ecológica.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Pasos de fauna (ecoductos), túneles, mantenimiento de corredores perimetrales.

Impacto Residual: Reducción en la efectividad de los corredores para especies reacias a estructuras antrópicas o para fauna de baja movilidad.

Efecto Residual: Fragmentación funcional persistente del paisaje para ciertos grupos taxonómicos.

Justificación de Residualidad: Las medidas de conectividad no son utilizadas por el 100% de las especies ni el 100% de los individuos. Siempre hay un porcentaje de la población que evitará las estructuras, creando un efecto barrera residual.

IMPACTOS RESIDUALES SOCIALES Y CULTURALES

IR-07: TRANSFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL DEL EJIDO

Naturaleza: Impacto sociocultural.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Contratación local, inversión social, programas de capacitación, respeto a la asamblea ejidal.

Impacto Residual: Cambio inevitable en la identidad y dinámica comunitaria de un ejido agropecuario a uno con un componente industrial/logístico permanente.

Efecto Residual: Pérdida de aspectos del modo de vida tradicional (tranquilidad, paisaje, ritmo). Introducción de nuevas dinámicas de poder, desigualdad y dependencia económica relacionadas con el proyecto.

Justificación de Residualidad: El desarrollo trae cambio social inherente. Aunque se gestionen los beneficios, la transformación cultural es irreversible y no mitigable en su totalidad.

IR-08: ESTRÉS PSICOSOCIAL RESIDUAL POR RIESGO PERCIBIDO

Naturaleza: Impacto a la salud mental comunitaria.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Transparencia, monitoreo participativo, comunicación clara de riesgos.

Impacto Residual: Preocupación y ansiedad latente en parte de la comunidad por la proximidad física a una instalación que maneja sustancias peligrosas, incluso con todas las medidas de seguridad.

Efecto Residual: Deterioro de la sensación de seguridad y bienestar para un segmento de la población.

Justificación de Residualidad: La percepción del riesgo no es racional y no se elimina completamente con datos técnicos. El "temor a lo desconocido" o al accidente improbable es un impacto residual psicológico inevitable.

IMPACTO RESIDUAL CLIMÁTICO

IR-09: HUELLA DE CARBONO RESIDUAL OPERATIVA

Naturaleza: Contribución al cambio climático.

Medidas de Mitigación Aplicadas: Eficiencia energética, paneles solares, compensación forestal (captura de carbono).

Impacto Residual: Emisiones de GEI (Scope 1 y 2) que no puedan ser compensadas al 100% de manera permanente y adicional.

Efecto Residual: Contribución neta positiva (aunque pequeña) al incremento de GEI atmosféricos.

Justificación de Residualidad: La compensación perfecta (100% neutralidad) es un ideal teórico difícil de verificar y mantener en el largo plazo. Siempre habrá una diferencia residual entre emisión y captura/compensación.

Los impactos residuales deben ser reconocidos, cuantificados y declarados explícitamente en la MIA. La decisión de autorizar el proyecto implica la aceptación social e institucional de esta carga residual inevitable.

PRINCIPIO DE "PÉRDIDA-NO NETA" (NO NET LOSS): Para los impactos residuales irreversibles (IR-01, IR-02, IR-05), el proyecto demuestra que generará beneficios ambientales o sociales compensatorios de igual o mayor magnitud.

GESTIÓN DEL RIESGO RESIDUAL (IR-03, IR-04): Deben establecerse mecanismos para gestionar y responder a la materialización de estos riesgos residuales a lo largo de la vida del proyecto y posterior al cierre.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LA COMUNIDAD: La comunidad ejidal debe ser informada de manera clara y transparente sobre la naturaleza y magnitud de estos impactos residuales, especialmente los irreversibles (IR-01, IR-02, IR-05, IR-07).

COMPROMISO DE MONITOREO Y COMPENSACIÓN DINÁMICA: El proyecto debe incluir un programa de monitoreo a largo plazo (20+ años) para verificar los impactos residuales y un mecanismo de compensación dinámica que ajuste las medidas si los impactos residuales son mayores a los previstos.

V.5. Conclusiones

A partir del proceso de Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Ambientales (IDEA) realizado para el proyecto de construcción y operación de un estacionamiento para autotanques (trailers) en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable, sujeto al cumplimiento estricto e integral de las medidas de gestión ambiental propuestas y a la obtención de los permisos correspondientes.

Esta viabilidad condicionada se fundamenta en los siguientes hallazgos clave del análisis:

1. Impactos Significativos pero Mitigables: La evaluación identificó impactos negativos potencialmente significativos, principalmente durante la fase de construcción (generación de polvo, ruido, modificación del paisaje) y operación (emisiones atmosféricas por motores en ralentí, riesgo de derrames de sustancias peligrosas, generación de aguas residuales y residuos sólidos). Sin embargo, se determinó que, con la implementación de un Plan de Manejo Ambiental robusto, estos impactos pueden ser prevenidos, mitigados y controlados a niveles

aceptables, conforme a la normativa aplicable (NOM-EM-005-SEMARNAT-2017, NOM-083-SEMARNAT-2003, Ley General del Equilibrio Ecológico).

2. Suelo No Agrícola de Alto Valor como Factor Clave: Un hallazgo determinante para la viabilidad es que el predio ejidal seleccionado no es de vocación agrícola de alta productividad ni área natural protegida. Su uso actual y características reducen significativamente el impacto por cambio de uso del suelo. No obstante, se deben implementar medidas específicas de control de erosión y manejo de escurrimientos durante la construcción para evitar afectaciones a suelos adyacentes.
3. Factor Crítico: Manejo de Aguas y Prevención de Contaminación: La viabilidad del proyecto depende críticamente del manejo responsable del agua y la prevención de la contaminación del suelo y acuíferos. Se debe garantizar:
   - Un sistema de captación y tratamiento (fosa séptica o planta de tratamiento) para las aguas residuales sanitarias.
   - Diseño e impermeabilización de las zonas de lavado y mantenimiento menor, con trampas de grasas y sólidos.
   - Contención secundaria (bunds) en las áreas de estacionamiento para contener derrames accidentales.
   - Un Plan de Contingencia para derrames, integrado con las autoridades locales de Protección Civil.
4. Integración Socioambiental como Requisito: La viabilidad a largo plazo está indisolublemente ligada a la licencia social. Es imperativo establecer un canal de comunicación permanente con el Comisariado Ejidal y los ejidatarios, implementar programas de contratación local donde sea posible, y mantener una operación que cumpla rigurosamente con los límites de ruido y emisiones para minimizar la molestia vecinal. La transparencia en la gestión ambiental será fundamental.
5. Compensación y Monitoreo: Para los impactos residuales inevitables (pérdida de cobertura vegetal, emisiones, ruido), el proyecto debe comprometerse con un programa de compensación ambiental (ej., reforestación con especies nativas en

el ejido) y un programa de monitoreo continuo (calidad del aire, ruido, manejo de residuos) que demuestre su desempeño ambiental y permita ajustes operativos.

En conclusión, el predio en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal presenta condiciones básicas aceptables para el desarrollo del estacionamiento desde la perspectiva ambiental, al no ubicarse en un área natural crítica y presentar impactos que pueden ser manejados con tecnología y prácticas estándar. Sin embargo, la viabilidad real y la sostenibilidad del proyecto solo se concretarán mediante la inversión y el compromiso operativo permanente con las medidas de prevención, mitigación, control y participación social derivadas de esta evaluación.

Capítulo VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

VI.1 Jerarquía de mitigación

Este proyecto aplicará de manera secuencial y prioritaria la siguiente jerarquía:

1. PREVENCIÓN → 2. MINIMIZACIÓN → 3. REHABILITACIÓN → 4. COMPENSACIÓN → 5. CONTROL Y MONITOREO

FASE I: PRE-CONSTRUCCIÓN (PREVENCIÓN EN EL DISEÑO)

Nivel 1: PREVENCIÓN EN LA PLANEACIÓN

Selección del Sitio

Ubicación en zona de bajo valor agrícola y sin áreas naturales protegidas

Evitar cuerpos de agua superficiales y zonas de recarga acuífera

Mantener distancia de asentamientos humanos según normas de seguridad

Diseño Inteligente

Orientación para minimizar remoción de vegetación

Integración al paisaje existente (topografía natural)

Diseño de drenaje natural y retención de aguas pluviales in situ

Separación clara de zonas: estacionamiento, servicios, administrativa

FASE II: CONSTRUCCIÓN

Nivel 2: MINIMIZACIÓN DURANTE EJECUCIÓN

Movimiento de Tierras

Delimitación estricta del área de trabajo

Protección de áreas adyacentes con cercas de sedimentación

Programación de obras en temporada seca

Cobertura inmediata de taludes

Control de Emisiones Atmosféricas

Humectación periódica de vías de acceso y áreas de trabajo

Cubiertas en vehículos de transporte de materiales

Mantenimiento preventivo de maquinaria

Manejo de Residuos

Áreas de acopio temporal segregadas

Reutilización de material excavado en el mismo sitio

Contenedores específicos para residuos peligrosos

FASE III: OPERACIÓN

Nivel 3: CONTROL OPERATIVO

Gestión Hídrica Integral

- Prevención: Sistemas separativos (aguas grises/negras/lluvias)
- Minimización: Dispositivos ahorradores en sanitarios
- Tratamiento: Planta de tratamiento in situ (cumpliendo NOM-001-SEMARNAT-2021)
- Reúso: Aguas tratadas para riego de áreas verdes

Prevención de Contaminación de Suelos

- Diseño con pendientes hacia áreas de contención

- Sistemas de recolección de lixiviados en zona de lavado
- Pisos impermeabilizados en talleres y zonas de mantenimiento
- Capacitación obligatoria en manejo de sustancias peligrosas

Gestión de Residuos Sólidos y Peligrosos

- Reducción en origen: Control de inventarios
- Reutilización: Re-refinado de aceites usados
- Reciclaje: Gestión con empresas certificadas
- Disposición final: Solo para residuos no valorizables

Control de Emisiones y Ruido

- Zonas de "no ralentí" señalizadas
- Mantenimiento programado de equipos
- Barreras vegetales perimetrales (especies nativas)
- Horarios restringidos para operaciones ruidosas

FASE IV: MEDIDAS COMPENSATORIAS Y DE RESTAURACIÓN

Nivel 4: REHABILITACIÓN Y COMPENSACIÓN

Restauración Ecológica

Revegetación con especies nativas (mínimo 1:1 relación afectada/compensada)

Creación de jardines de polinizadores

Instalación de bebederos para fauna

Compensación Social

Programa de empleo local preferente

Capacitación ambiental a comunidad ejidal

Donación de árboles para espacios públicos del ejido

FASE V: GESTIÓN ADAPTATIVA

Nivel 5: MONITOREO Y MEJORA CONTINUA

Sistema de Indicadores Ambientales

Monitoreo trimestral de calidad de aire (material particulado)

Monitoreo semestral de ruido perimetral

Auditorías anuales de gestión de residuos peligrosos

Plan de Contingencias

Protocolos específicos para derrames

Brigada interna capacitada

Simulacros semestrales

Participación Ciudadana

Comité de Vigilancia Ambiental

Informes ambientales semestrales públicos

Línea de quejas y sugerencias operativa

PRINCIPIO DE PROGRESIVIDAD

Todas las medidas implementadas deberán ser revisadas anualmente para:

1. Actualización según cambios normativos
2. Mejora basada en resultados de monitoreo
3. Innovación con mejores prácticas disponibles
4. Integración de nuevas tecnologías cuando sean costo-efectivas

VI.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

MEDIDAS PARA EL COMPONENTE AIRE

Programa de Control de Emisiones Atmosféricas

Objetivo: Minimizar las emisiones de material particulado (PM10, PM2.5), gases de combustión (CO, NOx, SO2) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Medidas Específicas:

- Zona de "No Ralentí": Delimitación y señalización de áreas donde se prohíbe mantener motores encendidos en espera. Instalación de postes de energía eléctrica para sistemas de climatización auxiliar.
- Mantenimiento Preventivo: Programa trimestral obligatorio de afinación de motores y verificación de sistemas de escape para toda la flota que utilice el estacionamiento. Registro digital de mantenimientos.
- Control de Polvos: Sistema de humectación de vías de acceso con agua de reúso (3 veces/día en temporada seca). Cerco perimetral con malla sombra al 70% en lado predominante de vientos.
- Monitoreo: Instalación de una estación de monitoreo de calidad del aire en el perímetro sur (dirección predominante del viento hacia el ejido) para PM10 y PM2.5. Mediciones mensuales.

Indicador: Concentraciones de PM10 < 75 µg/m³ (24h promedio) en perímetro.

MEDIDAS PARA EL COMPONENTE AGUA

Sistema Integral de Gestión Hídrica

Objetivo: Prevenir la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, y optimizar el uso del recurso hídrico.

Medidas Específicas:

- Drenaje Separativo: Tres redes independientes:

Aguas Pluviales: Canaletas perimetrales → trampa de sólidos → zanja de infiltración con material filtrante.

Aguas Grises/Lavado: Colectores → trampa de grasas y sólidos → tanque de sedimentación → humedal artificial subsuperficial.

Aguas Negras: Alcantarillado → tanque séptico modular → filtro biológico → desinfección UV → tanque de reúso.

- Contención de Derrames: Diseño de pisos con pendiente del 2% hacia cunetas de contención en zonas de lavado y mantenimiento. Instalación de válvulas de cierre automático.
- Cisterna de Agua de Lluvia: Capacidad de 50,000 litros para uso en riego y control de polvos.

Indicador: Vertido cero de aguas residuales sin tratamiento. Eficiencia de tratamiento >95% en DBO5.

MEDIDAS PARA EL COMPONENTE SUELO

Programa de Prevención de Contaminación de Suelos

Objetivo: Evitar la contaminación por metales pesados y otras sustancias peligrosas.

Medidas Específicas:

- Impermeabilización: Losas de concreto hidráulico (20 cm) con membrana HDPE de 1.5 mm en:

Zona de lavado y mantenimiento menor

Área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos

- Bermas de Contención: Diques perimetrales de 30 cm de altura en todas las áreas de riesgo.
- Muestreo de Suelos: Línea base y monitoreo anual en 4 puntos estratégicos (análisis de TPH, metales pesados).
- Protocolo de Respuesta a Derrames: Kit de contingencia nivel 1 en cada zona de riesgo, kit nivel 2 centralizado.

Indicador: Cero derrames sin contención. Concentraciones de TPH en suelo < 2,000 mg/kg.

MEDIDAS PARA EL COMPONENTE FLORA Y FAUNA

Programa de Compensación y Restauración Ecológica

Objetivo: Compensar la pérdida de cobertura vegetal y crear corredores para la fauna local.

Medidas Específicas:

- Reforestación Compensatoria: Plantación de 1,500 árboles nativos (3:1 relación compensación)
- Cercas Vivas Perimetrales: 500 m lineales con mezcla de especies nativas arbustivas para creación de microhábitats.
- Jardín de Polinizadores: Área de 500 m² con especies melíferas y nectaríferas para atracción de polinizadores.
- Pasos de Fauna: Dos estructuras de paso inferior en cercado perimetral para fauna menor.

Indicador: Supervivencia vegetal >80% al segundo año. Monitoreo de presencia faunística con cámaras trampa.

MEDIDAS PARA EL COMPONENTE RUIDO

Programa de Control de Ruido y Vibraciones

Objetivo: Mantener los niveles de ruido dentro de los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-2021.

Medidas Específicas:

- Barreras Acústicas: Muro de contención de tierra compactada (talud) de 2.5 m de altura en el lado orientado hacia el asentamiento ejidal más cercano, revegetado con enredaderas.
- Señalización y Reglamento: Límite de velocidad a 10 km/h dentro del estacionamiento. Horario restringido para maniobras nocturnas (22:00-06:00).
- Aislamiento: Colocación de material absorbente de ruido en áreas de taller y compresores.
- Monitoreo: Mediciones bimestrales en 3 puntos del perímetro y 1 punto en el ejido.

Indicador: Niveles de ruido L eq ≤ 65 dB(A) en perímetro diurno, ≤ 55 dB(A) nocturno.

MEDIDAS PARA EL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Programa de Integración y Desarrollo Comunitario

Objetivo: Generar beneficios sociales y minimizar impactos negativos en la comunidad ejidal.

Medidas Específicas:

- Contratación Preferencial: 70% de los empleados no especializados serán habitantes del ejido. Convenio con el Comisariado Ejidal.
- Capacitación: Cursos de manejo defensivo, mecánica básica y primeros auxilios para ejidatarios.
- Comité de Vigilancia Ambiental: Integración de 3 ejidatarios para supervisiones mensuales conjuntas.

Indicador: Al menos 15 empleos directos para el ejido. Reportes trimestrales de cumplimiento.

MEDIDAS PARA RESIDUOS

Programa de Gestión Integral de Residuos

Objetivo: Minimizar generación y maximizar valorización de residuos sólidos y peligrosos.

Medidas Específicas:

- Centro de Acopio: Área techada de 100 m² con pisos impermeables y sistema de contención, con sectores para:

Aceites lubricantes usados (tanque con doble contención)

Baterías (estantería con charolas)

Filtros usados (contenedores herméticos)

Llantas (estructura anti-incendios)

- Convenios: Acuerdos con gestores autorizados (SAyR) para recolección y valorización.
- Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Programa de separación en origen (orgánico, inorgánico reciclable, inorgánico no reciclable). Compostera para residuos orgánicos de comedor.
- Bitácora Electrónica: Sistema de seguimiento a residuos peligrosos (cédula de operación anual).

Indicador: 90% de residuos peligrosos valorizados. 60% de RSU reciclados/compostados.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

Objetivo: Verificar efectividad de medidas y realizar ajustes continuos.

Componentes:

- Auditorías Ambientales: Internas trimestrales, externas anuales.
- Panel de Indicadores: Público en acceso principal con resultados de monitoreo.
- Aplicación Móvil: Para reporte de incidentes por empleados y ejidatarios.
- Informes: Trimestrales al Comité de Vigilancia, anuales a SEMARNAT.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Medida	Fase	Duración	Responsable
Instalación sistemas contención	Construcción	Meses 1-2	Contratista
Plantación compensatoria	Post-construcción	Mes 3	Especialista ambiental
Capacitación a empleados	Pre-operación	Mes 4	Consultor externo
Monitoreo inicial línea base	Operación	Mes 6	Consultor externo
Auditoría	Operación	Mes 12	Unidad Ambiental

A partir de la evaluación ambiental, se concluye que el proyecto del estacionamiento para autotanques en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal es viable ambientalmente, condicionado al cumplimiento estricto de un robusto plan de mitigación. Este plan, estructurado bajo la jerarquía de prevención, minimización y compensación, aborda integralmente los impactos identificados mediante medidas específicas por componente: sistemas de contención y tratamiento de aguas para evitar la contaminación hídrica; impermeabilización y monitoreo de suelos; control de emisiones y ruido con tecnología y barreras naturales; un programa de reforestación compensatoria (con una relación 3:1); y la gestión integral de residuos peligrosos. La viabilidad a largo plazo depende además

de la integración comunitaria, mediante la contratación local preferencial y un comité de vigilancia.

VI.3 Medidas en materia de cambio climático

VI.4 Programa de Vigilancia Ambiental

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

1. Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación ambiental establecidas en la MIA.
2. Monitorear indicadores clave de desempeño ambiental con énfasis en cambio climático.
3. Evaluar la efectividad de las medidas de adaptación y mitigación climática.
4. Proponer medidas correctivas y de mejora continua basadas en datos científicos.
5. Garantizar la transparencia mediante reportes periódicos a autoridades y comunidad.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Comité de Vigilancia Ambiental Climática (CVAC)

Coordinador: Responsable Ambiental del proyecto

Miembros:

2 representantes del ejido (designados por asamblea)

1 técnico especialista en monitoreo

1 representante de Protección Civil municipal

1 observador de academia local (opcional)

Frecuencia de reuniones: Trimestral ordinaria, extraordinaria según necesidad.

COMPONENTES DE MONITOREO CON ENFOQUE CLIMÁTICO

MONITOREO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

Parámetro	Método	Frecuencia	Puntos	Umbral	Acción Correctiva
CO_2 equivalente	Cálculo por factores EPA	Mensual	Operación total	Límite: 100 ton CO_2e/mes	Optimización logística, renovación flota
Huella de carbono operativa	ISO 14064-1	Anual	Instalación completa	Reporte público	Compra créditos carbono, reforestación adicional
Emisiones fugitivas (CH_4, HFC)	Inspección con cámara IR	Semestral	Sistemas refrigeración, tanques	Cero fugas >500 ppm	Mantenimiento preventivo inmediato

MONITOREO DE VULNERABILIDAD CLIMÁTICA

Parámetro	Método	Frecuencia	Indicador	Medida Adaptativa
Precipitación extrema	Estación meteorológica automática	Continua	>100 mm/24h	Activación protocolo inundación
Temperatura máxima	Estación meteorológica automática	Continua	>40°C por 3 días	Pausas actividades exteriores
Humedad relativa	Estación meteorológica automática	Continua	<30% por 5 días	Incremento riego áreas verdes
Eventos climáticos extraordinarios	Registro diario	Inmediato	Alertas CONAGRO-SMN	Activación plan contingencia

MONITOREO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Parámetro	Método	Frecuencia	Meta	Inversión
Consumo energía eléctrica	Medidores subdivididos	Mensual	Reducción 10% anual	Instalación paneles solares (año 3)
Energía renovable generada	Medidor bidireccional	Mensual (post-instalación)	Cubrir 30% demanda	Sistema solar 50 kWp
Eficiencia iluminación	Auditoría lumínica	Semestral	100% LED	Reemplazo gradual
Índice de movilidad sostenible	Encuesta digital a usuarios	Trimestral	20% uso sistemas auxiliares	Instalación 10 postes eléctricos

MEDIDAS ESPECÍFICAS EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

1. Programa de Electrificación de Operaciones:
   - Instalación de 10 estaciones de energía para sistemas de climatización auxiliar (elimina ralentí)
   - Fase 1: 5 estaciones (año 1), Fase 2: 5 estaciones adicionales (año 2)
   - Energía proveniente de sistema solar propio (a partir de año 3)
2. Eco-conducción Obligatoria:
   - Capacitación certificada para todos los operadores
   - Sistema de monitoreo en tiempo real (aceleración, frenado, revoluciones)
   - Reconocimiento anual al operador más eficiente
3. Proyecto de Compensación Climática Plus:
   - Reforestación adicional de 1 ha/año con especies de rápido crecimiento y alta captura (Melina, Caoba)
   - Almacenamiento estimado: 8-10 ton CO_2/ha/año
   - Venta de excedentes a mercados voluntarios de carbono (ingresos para fondo comunitario)

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

1. Infraestructura Climáticamente Inteligente:
    - Techumbres con diseño para maximizar ventilación natural
    - Pavimentos con alta reflectancia solar (Índice SRI >29)
    - Sistema de drenaje sostenible (SUDS) para eventos extremos de lluvia
2. Plan de Contingencia Climática:
    - Protocolo para inundaciones (nivel crítico: 150 mm/24h)
    - Protocolo para olas de calor (reorganización horarios trabajo)
    - Protocolo para sequías extremas (restricción uso agua no esencial)
3. Seguro Paramétrico Climático:
    - Póliza que activa con parámetros meteorológicos específicos
    - Cobertura para daños por eventos hidrometeorológicos extremos
    - Prima reducida por implementación de medidas de adaptación

SISTEMA DE INFORMACIÓN Y REPORTE

Plataforma Digital de Monitoreo Climático

- Dashboard en tiempo real con indicadores clave
- Acceso restringido para autoridades (SEMARNAT, SEDEMA) y CVAC
- Módulo público con información resumida para comunidad

Reportes Obligatorios

- Trimestral: Cumplimiento operativo, incidentes, indicadores básicos
- Anual: Reporte completo de huella de carbono, avance metas climáticas
- Bianual: Actualización evaluación vulnerabilidad climática
- Quinquenal: Revisión completa del programa, ajuste a nuevas condiciones

Transparencia Activa

- Pizarra informativa en entrada principal del estacionamiento

- Reuniones semestrales de rendición de cuentas con asamblea ejidal
- Publicación en portal de transparencia del municipio

Como parte integral de la gestión ambiental del proyecto, se establece un Programa de Vigilancia Ambiental con enfoque en cambio climático, estructurado en un Comité de Vigilancia. El programa monitoreará indicadores clave de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), vulnerabilidad climática, eficiencia energética y el desarrollo de los sumideros de carbono en las áreas compensatorias. Se implementarán medidas específicas de mitigación, como un programa de electrificación para eliminar el ralentí de motores y un proyecto de compensación climática plus con reforestación adicional, y de adaptación, incluyendo infraestructura climáticamente inteligente y un plan de contingencia para eventos extremos. Un sistema de información digital garantizará la transparencia y el reporte periódico a las autoridades, alineándose con la LGCC y el PECC, con el objetivo de reducir la intensidad de emisiones, incrementar la resiliencia y convertir la operación en un modelo de gestión logística baja en carbono.

VI.5 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Los costos presentados corresponden a valores de mercado 2024 para la región de Minatitlán, Veracruz; se consideran estimaciones de costos de restitución del área perturbada a sus condiciones originales. Se recomienda revisión anual y ajuste según índices oficiales (INPC, costos de remediación). El área "condición original" se define como estado de equilibrio ecológico con capacidad de evolución natural, no necesariamente idéntica composición florística pre-existente, pero con funcionalidad ecosistémica equivalente certificada por autoridad competente.

COSTOS DE RESTITUCIÓN POR ETAPA DEL PROYECTO

ETAPA 1: CIERRE OPERATIVO Y DESMANTELAMIENTO PRELIMINAR (Duración estimada: 3 meses)

Concepto	Descripción Técnica	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (MXN)	Costo Total (MXN)

Desinstalación de infraestructura	Remoción de estructuras metálicas, techumbres, postes	m²	8,500	$450	$3,825,000
Manejo de residuos de construcción	Clasificación, acopio y transporte a gestor autorizado	ton	120	$1,800	$216,000
Descontaminación de superficies	Lavado de pisos de concreto, aspersión con bio-remediadores	m²	12408	$85	$1,054,680
Remoción de pavimentos	Retiro de carpeta asfáltica y base hidráulica (60% reutilizable in situ)	m2	2800	$650	$1,820,000
Inventario ambiental inicial	Línea base para restitución (suelos, agua, vegetación)	Estudio	1	$180,000	$180,000
SUBTOTAL ETAPA 1					**$7,095,680**

ETAPA 2: REMEDIACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

(Duración estimada: 6 meses)

Concepto	Descripción Técnica	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (MXN)	Costo Total (MXN)
Muestreo y análisis de suelos	25 puntos a 0-30cm y 30-100cm profundidad	Muestra	50	$3,500	$175,000

Remediación de puntos calientes	Biorremediación para TPH < 2,000 mg/kg (estimado 5% del área)	m³	420	$2,500	$1,050,000
Lavado de suelos	En áreas de taller y lavado (10% del área)	m³	840	$1,800	$1,512,000
Monitoreo de aguas subterráneas	4 pozos de monitoreo, análisis trimestral	Pozo/año	4	$45,000	$180,000
Restauración de permeabilidad	Subsolado, incorporación de materia orgánica	ha	2.8	$120,000	$336,000
SUBTOTAL ETAPA 2					**$3,253,000**

ETAPA 3: RESTAURACIÓN ECOLÓGICA INTEGRAL

(Duración estimada: 12 meses - Seguimiento: 48 meses)

Concepto	Descripción Técnica	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (MXN)	Costo Total (MXN)
Preparación de sustrato	Nivelación, enmiendas calizas, abonado orgánico	ha	2.8	$85,000	$238,000
Plantación de especies nativas	Densidad: 1,500 plantas/ha (esclarecimiento posterior)	Planta	4,200	$180	$756,000
Sistema de riego tecnificado	Sistema por goteo con captación pluvial	ha	2.8	$135,000	$378,000

Mantenimiento vegetación (5 años)	Riego, control de malezas, reposición de marcescentes	ha/año	2.8	$65,000	$910,000
Monitoreo ecológico	Supervivencia, crecimiento, recuperación fauna	Estudio/año	5	$95,000	$475,000
Cercado perimetral de protección	Cerca viva + malla ciclónica temporal	m lineal	700	$850	$595,000
SUBTOTAL ETAPA 3					**$3,352,000**

PROYECCIONES DE EVENTOS NO DESEADOS Y COSTOS ASOCIADOS

ESCENARIOS DE RIESGO AMBIENTAL Y COSTOS DE REMEDIACIÓN

Evento No Deseado	Probabilidad (5 años)	Área Potencial Afectada	Costo de Respuesta Inmediata	Costo de Remediación Completa	Medida Preventiva
Derrame mayor (>1,000 L)	15%	500-1,000 m²	$350,000 - $500,000	$1.2M - $2.5M	Sistemas de contención secundaria, sensores
Contaminación de acuífero por lixiviados	8%	2-5 hectáreas (afectación indirecta)	$500,000 - $800,000	$3.5M - $6M	Impermeabilización, monitoreo piezómetros
Incendio de vegetación compensatoria	25%	1-2 hectáreas	$150,000 - $300,000	$800,000 - $1.2M	Cortafuegos, sistema de riego contra incendios
Erosión severa por eventos climáticos extremos	40%	0.5-1.5 hectáreas	$200,000 - $400,000	$600,000 - $900,000	Estructuras de control, cobertura vegetal rápida
Falla en sistema de tratamiento de aguas	30%	-	$100,000 - $250,000	$400,000 - $700,000	Mantenimiento preventivo, sistema redundante

FONDO DE CONTINGENCIA AMBIENTAL

Monto recomendado: $2,500,000 MXN

Capitalización: 10% de utilidades operativas anuales

Deducciones permitidas: Hasta 100% de inversiones en prevención

Vigencia: Durante operación y 2 años post-cierre

ESTIMACIÓN INTEGRAL DE RESTITUCIÓN A 5 AÑOS

COSTO BASE DE RESTITUCIÓN (Escenario sin incidentes mayores)

Concepto	Costo Directo (MXN)	Costo Indirecto (MXN)	Total (MXN)
Desmantelamiento y descontaminación	$7,095,680	$1,200,000 (gestión administrativa)	$8,295,680
Remediación de suelos	$3,253,000	$650,000 (análisis y supervisión)	$3,903,000
Restauración ecológica	$3,352,000	$1,500,000 (seguimiento 5 años)	$4,852,000
Gestión de residuos final	$950,000	$300,000 (transporte y disposición)	$1,250,000
Estudios y trámites de liberación	$420,000	$180,000 (consultoría legal)	$600,000
SUBTOTAL	**$15,070,680**	**$3,830,000**	**$18,900,680**

FACTORES CRÍTICOS DE VARIACIÓN

FACTORES QUE INCREMENTAN COSTOS (+30% a +80%)

- Contaminación por sustancias químicas: Requiere remediación especializada
- Condiciones climáticas adversas durante restitución: Retrasos, mayor mortalidad vegetal

- Cambios regulatorios: Nuevos estándares de calidad más estrictos
- Descubrimiento de contaminación histórica no identificada: Responsabilidad adicional

FACTORES QUE REDUCEN COSTOS (-15% a -25%)

- Implementación temprana de fitorremediación: Durante fase operativa
- Avances tecnológicos en remediación: Nuevos métodos más eficientes
- Mercado favorable de disposición de residuos: Costos menores de gestión
- Participación comunitaria en restauración: Reducción costos de mano de obra

COMPROMISOS DE GESTIÓN FINANCIERA AMBIENTAL

- Auditoría ambiental-financiera anual: Verificación de fondos y cumplimiento
- Reporte trimestral al Comité de Vigilancia: Estado de la garantía financiera
- Ajuste anual por inflación: Actualización según INPC
- Liberación gradual de garantía: Según avances verificados en restitución
- Transparencia pública: Publicación de estados financieros en portal web

Como garantía del compromiso ambiental del proyecto, se establece una estimación detallada de los costos para la restitución del área a sus condiciones originales de equilibrio ecológico al término de su vida útil. Los costos se proyectan por etapas: desmantelamiento y descontaminación ($8.29 MDP), remediación de suelos ($3.90 MDP), restauración ecológica integral con mantenimiento a 5 años ($4.85 MDP), gestión de residuos y estudios finales ($1.85 MDP). Considerando un escenario base sin incidentes mayores y una actualización por inflación del 4.5% anual, el costo total mínimo garantizado para la restitución a 5 años es de $27.04 millones de pesos (MXN). Este monto servirá como base para constituir una garantía financiera irrevocable, preferentemente mediante un fideicomiso ambiental con aportaciones anuales escalonadas. El modelo incluye un fondo de contingencia de $2.5 MDP para la atención pronta de eventos no deseados, como derrames mayores o contaminación de acuíferos, cuyos costos de remediación completa podrían oscilar entre $1.2 y $6.0 MDP

dependiendo de la severidad. El mecanismo asegura la disponibilidad de recursos para devolver al Ejido Rancho Nuevo Carrizal un área con funcionalidad ecosistémica equivalente, cumpliendo cabalmente con el principio de responsabilidad ambiental post-cierre.

Capítulo VII. Pronósticos ambientales, y en su caso, evaluación de alternativas

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El presente análisis establece el escenario ambiental de referencia para el polígono ubicado en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal, Minatitlán, Veracruz, considerando la evolución previsible del sistema ambiental sin la intervención del proyecto de estacionamiento para trailers. Este escenario constituye la línea base fundamental contra la cual se evaluarán los impactos potenciales del proyecto, permitiendo discernir entre los cambios atribuibles a la acción antrópica propuesta y aquellos derivados de las dinámicas naturales y tendencias socioeconómicas de la zona. Se describe de manera integral el estado y la tendencia de cada factor y subfactor ambiental: calidad del aire, propiedades y erosión del suelo, cantidad y calidad del recurso hídrico, composición y conservación de flora y fauna, y las características del paisaje, bajo las condiciones actuales de uso del suelo (principalmente potreros y vegetación secundaria) y tenencia ejidal. De forma crítica, este diagnóstico se complementa con un análisis de la

vulnerabilidad inherente del sistema ante los efectos del cambio climático, proyectando su exposición y capacidad de adaptación a fenómenos como el incremento de temperatura, la alteración en los patrones de precipitación y la mayor frecuencia de eventos extremos durante el horizonte de los próximos cinco años. La caracterización de este escenario de "no proyecto" es, por tanto, un requisito metodológico indispensable para una evaluación ambiental objetiva y rigurosa, proporcionando el contexto necesario para identificar, valorar y jerarquizar los impactos significativos que la obra podría generar.

FACTOR ATMOSFÉRICO (AIRE)

Calidad del Aire

- Condición Actual: Zona rural con calidad de aire buena (ICA 0-50). Fuentes principales: emisiones esporádicas de vehículos de paso por caminos rurales y quemas agrícolas controladas en temporada de secas.
- Contaminantes Críticos: Material Particulado (PM10 y PM2.5) durante la temporada seca (febrero-mayo) por resuspensión de polvo de caminos no pavimentados y quemas. Ozono (O_3) en niveles bajos (< 0.04 ppm).
- Tendencia Sin Proyecto: Se mantendría la buena calidad del aire. Incremento marginal de PM10 por aumento esperado del tránsito rural y posible expansión de la frontera agrícola.

Climatología Local (Parámetros Meteorológicos)

- Temperatura: Promedio anual 26°C. Máximas absolutas de 38-40°C en mayo.
- Precipitación: Patrón típico de la región: 1,800-2,000 mm anuales. Temporada de lluvias intensas de junio a octubre.
- Vientos: Dirección predominante NE-SE. Velocidad promedio 10-15 km/h, con ráfagas mayores en eventos de tormenta.

- Tendencia Sin Proyecto: Según proyecciones del INECC, incremento de 0.8-1.2°C en temperatura media y mayor irregularidad en los patrones de lluvia hacia 2029.

FACTOR FÍSICO (SUELO)

Calidad y Propiedades Físico-Químicas

- Tipo de Suelo: Según INEGI, Vertisol (arcilloso, alta capacidad de intercambio catiónico, muy fértil). pH neutro a ligeramente alcalino (7.2-7.8).
- Contaminación: Nula o por debajo de niveles de detección para metales pesados y sustancias químicas. Ligeros indicios de nitratos por posible escorrentía agrícola.
- Tendencia Sin Proyecto: Degradación lenta por posible intensificación agrícola o ganadera. Riesgo de compactación si se incrementa el tránsio de maquinaria.

Erosión

- Estado Actual: Erosión hídrica ligera (clase 1-2 de la FAO). Pendientes suaves (<5%) y cobertura vegetal que minimiza la pérdida.
- Proyección Sin Proyecto: Aumento a erosión moderada (clase 2-3) si se reduce la cobertura vegetal para agricultura y por la mayor intensidad de lluvias proyectada.

Relieve y Topografía

- Condición: Terreno plano a ligeramente ondulado (0-5% pendiente). Drenaje natural moderado, con microdepresiones que pueden formar encharcamientos temporales.
- Estabilidad: Alta. No se identifican procesos de remoción en masa.

Geología y Sismicidad

- Subsuelo: Suelos aluviales recientes sobre rocas sedimentarias (lutitas y areniscas). Zona de baja a moderada sismicidad.

FACTOR HÍDRICO (AGUA)

Agua Superficial

- Cuerpos de Agua: No existen cuerpos de agua permanentes dentro del polígono. Presencia de escurrimientos temporales (arroyos efímeros) hacia el sureste, que eventualmente descargan en el Río Uxpanapa.
- Calidad: No monitoreada, pero se presume buena por la ausencia de fuentes puntuales de contaminación.
- Tendencia Sin Proyecto: Posible deterioro por arrastre de sedimentos y agroquímicos si se intensifica la agricultura aguas arriba.

Agua Subterránea

- Acuífero: Pertenece al Acuífero Río Uxpanapa (clave 3012), clasificado por CONAGUA con disponibilidad media. Profundidad del nivel freático estimada en 15-25 m.
- Calidad: Agua dulce apta para consumo humano con tratamiento simple. Vulnerabilidad a la contaminación MEDIA-ALTA por tipo de suelo (fracturas en época seca).
- Tendencia Sin Proyecto: Presión constante por demanda agrícola. Riesgo de intrusión salina a largo plazo por sobreexplotación regional.

Drenaje Natural

- Patrón: Subparalelo a dendrítico. Eficiencia moderada-baja en temporada de lluvias intensas por baja pendiente y suelo arcilloso.
- Tendencia Sin Proyecto: Mayor frecuencia de encharcamientos temporales por lluvias más intensas y cortas (proyección de cambio climático).

FACTOR BIOLÓGICO (FLORA Y FAUNA)

Vegetación y Cobertura del Suelo (Flora)

- Tipo: Según serie VI de INEGI, la zona corresponde a Pastizal Inducido con manchones de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia. Árboles aislados de especies como: Guazuma ulmifolia, Cordia dodecandra, Bursera simaruba.
- Estado de Conservación: Perturbado. Biodiversidad media-baja. No se identifican especies endémicas, raras o en riesgo (NOM-059) dentro del polígono exacto.
- Servicios Ecosistémicos: Refugio para fauna menor, retención de suelo, captura de carbono baja.
- Tendencia Sin Proyecto: Degradación continua hacia pastizal más abierto o cultivo anual, con pérdida de los manchones de vegetación secundaria.

Fauna Silvestre

- Comunidad: Típica de áreas rurales perturbadas:
- Mamíferos: Conejos (Sylvilagus floridanus), tlacuaches (Didelphis virginiana), ardillas (Sciurus aureogaster), zorra gris (Urocyon cinereoargenteus).
- Aves: Diversidad media (gorriones, palomas, zanates, algunos pájaros carpinteros y rapaces como el cernícalo americano).
- Herpetofauna: Lagartijas (Sceloporus spp.), sapos y culebras no venenosas.
- Estado: Ninguna especie catalogada en riesgo dentro del polígono. Corredores de movimiento hacia áreas con mayor cobertura vegetal al sur.
- Tendencia Sin Proyecto: Disminución lenta de la diversidad y abundancia por pérdida de hábitat y fragmentación.

FACTOR PAISAJE

Calidad Visual y Unidad de Paisaje

- Carácter Actual: Paisaje rural abierto, dominado por pastizales con árboles aislados. Horizonte definido por vegetación secundaria y, en la lejanía, por el desarrollo industrial de Minatitlán.

- Fragilidad Visual: MEDIA. El paisaje es común en la región, por lo que los cambios moderados no alterarían significativamente su carácter.
- Tendencia Sin Proyecto: Pérdida paulatina de los hitos arbóreos, homogeneización del paisaje.

FACTOR SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Uso del Suelo y Tenencia

- Uso Actual: Predominantemente potrero y barbecho. Uso agropecuario extensivo de baja intensidad.
- Tenencia: Ejidal. Perteneciente al Ejido Rancho Nuevo Carrizal.
- Tendencia Sin Proyecto: Presión por cambio a agricultura de temporal (maíz, sorgo) o ganadería intensiva, con los impactos ambientales asociados.

Servicios e Infraestructura

- Infraestructura: Caminos de terracería, sin servicios de drenaje o red de agua potable en el predio. Tendido eléctrico a >500 m.
- Tendencia Sin Proyecto: Posible mejora lenta de accesos por desarrollo rural.

VULNERABILIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Vulnerabilidad Actual (Línea Base)

Componente	Grado de Vulnerabilidad	Principales Amenazas Climáticas	Capacidad de Adaptación Innata
Suelo	Moderada	Erosión por lluvias intensas, compactación por sequía	Media (cobertura vegetal, tipo de suelo)
Agua (Subterránea)	Alta	Reducción de recarga, intrusión salina, contaminación por concentración	Baja (dependencia del acuífero regional)

Vegetación	Alta	Estrés hídrico, cambios en fenología, incendios forestales más frecuentes	Media-Baja (especies adaptadas a sequía)
Fauna	Alta	Pérdida de hábitat, estrés térmico, alteración de ciclos	Baja (dependencia de corredores)
Socioeconómico	Muy Alta	Pérdida de productividad agropecuaria, afectación a medios de vida	Baja (limitados recursos para adaptación)

Proyección de Impactos Climáticos (2024-2029 Sin Proyecto)

- Incremento de Temperatura (0.8-1.2°C): Mayor evapotranspiración, estrés hídrico para la vegetación, reducción en la productividad de pastos.
- Alteración del Régimen de Lluvias: Mayor intensidad de eventos puntuales (tormentas) y posibles períodos de sequía más prolongados entre ellos. Aumento de inundaciones y encharcamientos en zonas bajas, seguido de escorrentía rápida y erosión.
- Eventos Extremos Más Frecuentes: Probabilidad aumentada de heladas atípicas que dañen vegetación y ondas de calor que afecten a la fauna.
- Efecto en la Calidad del Aire: Incremento de polvo en suspensión durante sequías más severas.
- Impacto en la Biodiversidad: Posible simplificación de la comunidad biológica, favoreciendo especies generalistas y resistentes sobre las especialistas.

Resumen de la Vulnerabilidad Integral

- El sistema ambiental de referencia presenta una vulnerabilidad MEDIA-ALTA a los efectos del cambio climático, principalmente por:
- Dependencia crítica del régimen de lluvias para recarga hídrica y productividad biológica.
- Baja resiliencia de los ecosistemas ya perturbados (pastizales y vegetación secundaria).

- Alta exposición a fenómenos hidrometeorológicos extremos por su ubicación en la planicie costera del Golfo.
- Capacidad de adaptación socioecológica limitada debido a la condición rural y los usos de suelo actuales.

Sin la variable del proyecto, el área evolucionaría hacia un estado de mayor degradación ambiental y mayor vulnerabilidad climática, impulsada por la probable intensificación de usos agropecuarios extensivos y los efectos acumulativos del cambio climático. El sistema carece de mecanismos de adaptación robustos, lo que lo haría más frágil ante las perturbaciones climáticas proyectadas para la próxima década.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El presente análisis describe el escenario ambiental modificado resultante de la construcción y operación del estacionamiento para autotanques en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal, delineando los cambios sustanciales que la intervención generaría en cada componente del sistema natural. A diferencia del escenario de referencia, este modelo incorpora al proyecto como variable de transformación radical, proyectando su interacción con los factores ambientales a lo largo de sus fases de construcción, operación y cierre. Se detallan las alteraciones previsibles en la calidad del aire por emisiones puntuales, la transformación física y química del suelo hacia una matriz urbano-industrial, la reconfiguración total del régimen hídrico superficial y subterráneo, y la eliminación irreversible de la cobertura vegetal y el hábitat faunístico existente. Paralelamente, se evalúa cómo esta nueva infraestructura modificaría la vulnerabilidad inherente del sitio ante el cambio climático, incrementando la exposición a riesgos hidrometeorológicos, generando una isla de calor local y contribuyendo al forzamiento radiativo regional. Este escenario constituye la base indispensable para identificar con precisión los impactos significativos y acumulativos del proyecto, permitiendo contrastar el estado futuro inducido con la línea base ambiental y, consecuentemente, fundamentar el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación efectivas.

FACTOR ATMOSFÉRICO (AIRE) - ESCENARIO CON PROYECTO

Calidad del Aire

Impacto Principal: Transformación de fuente de emisiones de esporádica a puntual y permanente. Generación de contaminantes criterio (CO, NOx, PM, SO2) y gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4, N_2O).

Contaminantes Críticos:

Material Particulado (PM10, PM2.5): Aumento significativo durante construcción (movimiento de tierras) y operación (tránsito vehicular, resuspensión). Concentraciones máximas esperadas: 80-120 µg/m³ PM10 (episodios).

Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Monóxido de Carbono (CO): Emisiones por combustión de diésel en motores en ralentí y maniobras. Picos cercanos a 0.5-1.0 ppm de CO en áreas de estacionamiento.

Cambio en Patrones: Alteración de la dinámica atmosférica local por isla de calor asociada a superficies pavimentadas (incremento local de temperatura superficial de 2-4°C).

Efecto en Clima Local: Emisiones estimadas de 250-300 ton CO_2e/año desde el primer año de operación, contribuyendo al forzamiento radiativo local.

FACTOR FÍSICO (SUELO) - ESCENARIO CON PROYECTO

Calidad y Propiedades Físico-Químicas

- Cambio Radical: Transformación de Vertisol agrícola a suelo urbano-industrial. Sellamiento del 70-80% de la superficie con pavimentos impermeables (asfalto, concreto).
- Contaminación Potencial: Riesgo ALTO de contaminación por:
- Derrames operativos en zonas de carga/descarga y mantenimiento. Niveles potenciales >2,000 mg/kg en "puntos calientes".

- Metales Pesados: Desgaste de frenos, llantas y componentes vehiculares (Zn, Cu, Pb).
- Sales y Solventes: Lavado de unidades y mantenimiento.
- Alteración de Propiedades: Pérdida total de estructura natural, compactación extrema en áreas no pavimentadas, aumento de densidad aparente (>1.8 g/cm³).

Erosión

- Fase de Construcción: Riesgo MUY ALTO de erosión hídrica y eólica (remoción de capa vegetal, exposición de subsuelo). Pérdida potencial de 50-100 ton/ha/año de suelo.
- Fase Operativa: Erosión prácticamente eliminada en áreas pavimentadas, pero concentrada en bordes y áreas verdes residuales.
- Cambio en Esquema de Escurrimiento: Transformación de infiltración a escurrimiento superficial (coeficiente de escurrimiento de 0.10 a 0.85).

Relieve y Topografía

- Modificación Antrópica: Nivelación completa del terreno (±0.30 m de variación). Creación de pendientes artificiales para drenaje (1-2%).
- Estabilidad: Requiere estructuras de contención en cortes y terraplenes. Riesgo de subsidencia localizada por compactación diferencial.

Geología y Sismicidad

- Carga Estática Añadida: Presión adicional de 5-10 ton/m² por infraestructura y vehículos. Potencial de compactación de estratos superficiales.
- Vulnerabilidad Sísmica: Incrementada por la concentración de infraestructura rígida en zona con suelos arcillosos expansivos.

FACTOR HÍDRICO (AGUA) - ESCENARIO CON PROYECTO

Agua Superficial

- Alteración Hidrológica: Cambio radical en el régimen hidrológico. Reducción >80% de infiltración, aumento de 300-400% en escurrimiento superficial y velocidad.
- Calidad: Deterioro GRAVE por:

  Aguas Lavado: Cargas de sólidos suspendidos (500-1000 mg/L), grasas y aceites (50-200 mg/L), surfactantes.

  Aguas Lluvias de Primer Lavado: Concentración de metales y sedimentos (Eventos de contaminación aguda).

- Posibles Derrames: Contaminación accidental con combustibles, aceites, productos químicos.
- Drenaje Artificial: Sistema de canales y tuberías que concentra y acelera las descargas hacia puntos específicos, aumentando riesgo de inundación aguas abajo.

Agua Subterránea

- Recarga: Reducción del 85-90% de la recarga natural del acuífero en el área del polígono.
- Calidad: Alta Vulnerabilidad a contaminación por lixiviación través de fracturas del suelo. Tiempo de viaje de contaminantes al manto freático: estimado en 2-5 años.
- Demanda: Consumo adicional de 5-10 m³/día para operaciones de lavado y servicios, incrementando presión sobre el acuífero Río Uxpanapa.

Sistema de Drenaje

- Infraestructura Nueva: Red de drenaje pluvial y sanitario artificial. Dependencia de sistemas de tratamiento (PTAR, trampas de grasas) para cumplir con NOM-001.
- Riesgo de Fallas: Posible saturación en eventos de lluvia extrema (>100 mm/24h), con desbordamiento de contaminantes.

FACTOR BIOLÓGICO (FLORA Y FAUNA) - ESCENARIO CON PROYECTO

Vegetación y Cobertura del Suelo

- Eliminación Total: Remoción del 100% de la cobertura vegetal original (pastizal inducido y vegetación secundaria) en el área de construcción (2.8 ha).
- Reemplazo: Sustitución por cobertura artificial impermeable (80%) y áreas verdes ornamentales (20%) con especies no nativas de bajo valor ecológico.
- Pérdida de Servicios Ecosistémicos:

  Captura de carbono: Pérdida de 50-100 ton C/ha almacenado.

  Hábitat: Eliminación completa de corredores internos.

  Regulación térmica: Reemplazo por isla de calor.

- Áreas Compensatorias: Requieren 2-3 hectáreas adicionales para compensación, con período de establecimiento de 5-10 años.

Fauna Silvestre

- Efecto Barrera y Fragmentación: El proyecto crea una barrera impermeable de 3.5 ha que fragmenta el paisaje rural y bloquea corredores de movimiento este-oeste.
- Desplazamiento y Mortalidad: Eliminación inmediata de individuos residentes (mamíferos pequeños, reptiles, anfibios, insectos). Mortalidad por atropellamiento en vías de acceso.
- Alteración de Comportamiento: Perturbación por ruido, luz artificial y presencia humana que afecta a fauna en zona de amortiguamiento (500 m).
- Especies Afectadas Críticamente: Mamíferos medianos (zorra gris) y aves que utilizaban el área como zona de forrajeo, con posible disminución poblacional local.

FACTOR PAISAJE - ESCENARIO CON PROYECTO

Transformación Visual Radical

- Cambio de Carácter: De paisaje rural abierto a paisaje industrial-logístico. Introducción de elementos ajenos al contexto: pavimentos extensos, estructuras metálicas, iluminación alta, vehículos de gran tamaño.
- Alteración de la Escala: Implantación de elementos de gran escala (trailers de 20+ m) en contexto de baja escala rural.
- Contaminación Lumínica: Generación de halo lumínico visible desde varios kilómetros, afectando ciclos naturales día/noche.

Integración Paisajística

- Baja Integración: El proyecto se implantará como un elemento ajeno y contrastante en la matriz rural.
- Impacto Visual Permanente: Alteración irreversible de las vistas desde caminos rurales y propiedades aledañas.

FACTOR SOCIOECONÓMICO - ESCENARIO CON PROYECTO

Transformación del Uso del Suelo

- Cambio de Vocación: De suelo ejidal agropecuario a suelo industrial-comercial. Pérdida permanente de potencial agrícola.
- Valor del Suelo: Incremento inmediato de 300-500% del valor comercial, pero con pérdida de valor como recurso productivo agrícola.

Servicios e Infraestructura

- Demanda Nueva: Requiere extensión de red eléctrica (transformador específico), sistema de agua potable, comunicaciones.
- Presión sobre Infraestructura Local: Incremento del tráfico pesado en caminos rurales no diseñados para ello (daños por carga axial).
- Generación de Empleo: Creación de 10-15 empleos directos, pero con perfil técnico que puede no coincidir con mano de obra local disponible.

VULNERABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO - ESCENARIO CON PROYECTO

Incremento de la Vulnerabilidad Sistémica

Componente	Grado de Vulnerabilidad	Cambio Respecto a Sin Proyecto	Nuevas Amenazas
Suelo	Muy Alta	Aumento significativo	Contaminación irreversible, pérdida total de funciones
Agua (Subterránea)	Crítica	Aumento extremo	Contaminación puntual, reducción drástica de recarga
Vegetación	Completa Pérdida	Pérdida total en polígono	Dependencia de sistemas de riego artificial
Infraestructura	Alta	Nueva vulnerabilidad	Daños por inundaciones, vientos fuertes, asentamientos
Operación	Alta	Vulnerabilidad operacional	Interrupciones por eventos extremos, cadenas de suministro

Interacción con Proyecciones Climáticas

- Amplificación de Riesgos Hidrometeorológicos:

  Inundaciones: Mayor escurrimiento + lluvias intensas = riesgo alto de inundaciones aguas abajo.

  Isla de Calor Urbana: Potenciación del efecto de ondas de calor (>40°C en superficies pavimentadas).

  Sequías: Mayor vulnerabilidad operacional por dependencia de agua subterránea en período de estrés hídrico.

- Emisiones y Forzamiento Climático: El proyecto se convierte en fuente neta de GEI (250-300 ton CO_2e/año), contribuyendo al calentamiento local y global.

- Resiliencia Disminuida: El sistema artificial creado tiene baja resiliencia frente a perturbaciones climáticas:

  Fallas en drenaje por eventos extremos de precipitación.

  Daños estructurales por vientos fuertes.

  Estrés térmico en infraestructura y operaciones.

Exposición a Eventos Extremos

- Inundaciones: Probabilidad de afectación operacional: 1 evento cada 2-3 años (por proyecciones de intensificación de lluvias).
- Ondas de Calor: Interrupción de actividades exteriores 5-10 días/año adicionales por condiciones de calor extremo.
- Sequías Severas: Restricciones operativas por escasez hídrica potencial cada 4-5 años.

IMPACTOS SINÉRGICOS Y ACUMULATIVOS

Con Otros Proyectos de la Región

- Sinergia con Corredor Logístico: Potencial amplificación de impactos si se desarrollan proyectos similares en el corredor Minatitlán-Coatzacoalcos.
- Acumulación de Cargas Contaminantes: Contribución a la carga regional de contaminantes atmosféricos y descargas hídricas.

Efectos Temporales Críticos

- Construcción: Impacto agudo, severo, pero de corta duración (6 meses).
- Operación: Impacto crónico, de intensidad moderada-alta pero permanente (20+ años).
- Cierre: Impacto por abandono de infraestructura si no hay restauración adecuada.

ESCENARIO DE MÁXIMO IMPACTO

- Condición: Fallo Simultáneo de Medidas de Mitigación + Evento Climático Extremo
- Evento: Lluvia torrencial (>150 mm/24h) + Derrame mayor.
- Consecuencia: Contaminación masiva de suelos y aguas superficiales, arrastre de contaminantes a zonas aguas abajo, afectación a agricultura y posiblemente a fuentes de agua.

La implantación del proyecto transformará radical y permanentemente el sistema ambiental local, sustituyendo un ecosistema rural perturbado pero funcional por un sistema artificial industrial con los siguientes atributos críticos:

- Alteración irreversible de las propiedades naturales del suelo y los patrones hidrológicos.
- Pérdida completa de hábitat y biodiversidad en el polígono, con efectos de barrera y fragmentación.
- Generación permanente de fuentes de contaminación puntual y difusa para aire, agua y suelo.
- Incremento sustancial de la vulnerabilidad frente al cambio climático, particularmente por eventos hidrometeorológicos extremos.
- Contribución neta al forzamiento climático regional a través de emisiones de GEI.

El sistema resultante será más frágil, menos diverso y más dependiente de insumos energéticos y de gestión externa que el sistema original, representando un estado ambiental de menor resiliencia y mayor riesgo frente a perturbaciones naturales y antropogénicas.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

ESCENARIO SIN PROYECTO (LÍNEA BASE)

Estado Actual y Evolución Natural

Descripción: El área utilizada en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal mantiene características de zona rural perturbada, con cobertura de pastizal inducido y manchones de vegetación secundaria. Su dinámica ambiental sigue patrones naturales y antropogénicos típicos de usos agropecuarios extensivos de baja intensidad.

Análisis de Factores Clave:

- Suelo: Vertisoles con erosión ligera (clase 1-2 FAO), degradación gradual por posibles prácticas agrícolas extensivas.
- Agua: Recarga natural al acuífero Río Uxpanapa, vulnerabilidad media a contaminación difusa agrícola.
- Biodiversidad: Comunidad faunística y florística reducida pero funcional, con tendencia a simplificación por presión antrópica.
- Clima: Vulnerabilidad media-alta a efectos climáticos, con resiliencia limitada ante sequías e inundaciones.
- Socioeconomía: Uso agropecuario de baja productividad, con escasa generación de empleo local.

Proyección a 5 años:

- Degradación continua de cobertura vegetal
- Posible intensificación agrícola con impactos asociados
- Mantenimiento de bajos niveles de desarrollo económico local
- Incremento de vulnerabilidad climática por falta de medidas adaptativas

ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Transformación Ambiental Radical

Descripción: Implantación directa del estacionamiento sin controles ambientales, representando el peor escenario posible de impacto.

Impactos Críticos:

- Suelo: Sellamiento del 80% de superficie, contaminación por amoniaco anhidro (>2,000 mg/kg TPH en zonas críticas)
- Agua: Reducción del 85% de recarga, contaminación de aguas superficiales y subterráneas con metales y sustancias químicas
- Aire: Emisiones de 250-300 ton CO_2e/año, PM10 >120 µg/m³ en episodios
- Biodiversidad: Eliminación total de hábitat en polígono, efecto barrera para corredores biológicos
- Social: Transformación abrupta del paisaje rural, posibles conflictos por contaminación y ruido

Conclusión del Escenario Sin Medidas:

No viable ambientalmente. Los impactos superarían la capacidad de asimilación del ecosistema local y generarían afectaciones irreversibles.

ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPLETA

Principio Rector: Jerarquía de Mitigación

Prevención → Minimización → Corrección → Compensación → Monitoreo

Descripción del Sistema Ambiental Gestionado

Componente Aire (Medidas Aplicadas)

- Prevención:

  Diseño con orientación que minimice dispersión de contaminantes

- Minimización:

  Sistema de humectación continua de vías (agua de reúso)

  Programa de mantenimiento preventivo de flota (afinación trimestral)

Señalización y control de zonas de "no ralentí"

- Resultado Esperado:

  Reducción del 60% en emisiones de PM10 vs. escenario sin medidas

  Niveles de PM10 <75 µg/m³ en perímetro (cumpliendo normativa)

  Emisiones de CO_2e reducidas en 40% mediante electrificación parcial

Componente Suelo (Medidas Aplicadas)

- Prevención:

  Impermeabilización con membrana HDPE 1.5 mm en zonas de riesgo

  Bermas de contención perimetrales (30 cm altura)

  Pisos con pendiente controlada hacia áreas de captación

- Corrección:

  Sistema de biorremediación in situ para derrames menores

  Monitoreo semestral de suelos (4 puntos estratégicos)

- Resultado Esperado:

  Contención del 100% de derrames operativos menores

  Niveles de TPH en suelo <1,000 mg/kg (vs. >2,000 sin medidas)

  Preservación del 20% de área permeable para infiltración

Componente Agua (Medidas Aplicadas)

- Prevención:

Sistema de drenaje separativo (pluvial, lavado, sanitario)

Trampas de grasas y sólidos en todas las descargas

Tanques de almacenamiento para aguas de primer lavado

- Minimización:

  Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

  Sistema de reúso para aguas tratadas en riego y control de polvos

  Cisterna de 50,000 L para captación pluvial

- Resultado Esperado:

  Vertido cero de aguas contaminadas

  Cumplimiento 100% con NOM-001-SEMARNAT-2021

  Reducción del 50% en consumo de agua subterránea vs. diseño base

Componente Biodiversidad (Medidas Aplicadas)

- Minimización:

  Delimitación estricta del área de intervención

  Construcción escalonada para preservar refugios temporales

  Rescate y reubicación de flora nativa

- Compensación:

  Reforestación compensatoria de especies nativas

  Cercas vivas perimetrales (500 m lineales)

Jardín de polinizadores (500 m²)

Pasos de fauna subterráneos (2 unidades)

- Resultado Esperado:

Supervivencia vegetal >80% a 2 años

Creación de corredores ecológicos funcionales

Recuperación del 120% de biomasa perdida a 5 años

Componente Socioeconómico (Medidas Aplicadas)

- Prevención:

Contratación preferencial de mano de obra local (70% de empleos no especializados)

Programa de capacitación técnica para ejidatarios

- Compensación:

Infraestructura compartida (vialidades mejoradas)

Comité de Vigilancia Ambiental con participación ejidal

- Resultado Esperado:

Generación de 15-20 empleos directos estables

Mejora en calidad de vida por proyectos comunitarios

Licencia social activa y renovada

Análisis de Vulnerabilidad Climática con Medidas

- Capacidad Adaptativa Mejorada:

Infraestructura resiliente: Diseño con drenaje para eventos de 100 mm/24h

Sistema energético híbrido: 30% de energía de fuentes solares

Plan de contingencia climática: Protocolos para inundaciones, sequías, olas de calor

Seguro paramétrico: Cobertura para eventos climáticos extremos

- Reducción de Contribución al Cambio Climático:

Huella de carbono operativa reducida en 35-40%

Proyecto de captura de carbono (8-10 ton CO_2/ha/año en áreas compensatorias)

Economía circular: 80% de residuos peligrosos valorizados

ANÁLISIS COMPARATIVO INTEGRAL

Parámetro	Sin Proyecto	Con Proyecto SIN Medidas	Con Proyecto CON Medidas	Diferencia Neta (Con Medidas vs Sin Proyecto)
Calidad del Aire (PM10)	Buena (ICA <50)	Mala (ICA >150 episodios)	Aceptable (ICA <100)	Ligero deterioro controlado
Calidad de Suelo	Buena, en degradación	Contaminado irreversiblemente	Controlada, monitoreada	Pérdida de función natural, pero gestionada
Recarga Hídrica	100% natural	15% residual	35% con sistemas de infiltración	Reducción del 65%, compensada con tratamiento
Biodiversidad (hábitat)	Reducida, funcional	Eliminada en polígono	Compensada 3:1, corredores creados	Pérdida local, ganancia neta regional

Empleo Local	2-3 empleos temporales	10-15 empleos (potencial conflicto)	15-20 empleos + capacitación	Beneficio neto significativo
Vulnerabilidad Climática	Media-Alta	Muy Alta	Media con capacidad adaptativa	Mejora en resiliencia
Servicios Ecosistémicos	En disminución	Pérdida total	Reconfigurados, algunos mejorados	Transformación con balance positivo neto
Desarrollo Económico	Estancado	Crecimiento desigual	Desarrollo con distribución	Beneficio neto con equidad

BALANCE FINAL Y SOSTENIBILIDAD

Impactos Residuales (Ineludibles)

- Pérdida irreversible de la cobertura original
- Alteración permanente del régimen hidrológico superficial
- Introducción permanente de fuente puntual de emisiones
- Cambio radical del paisaje y carácter rural

Beneficios Ambientales Netos

- Compensación ecológica con creación de nuevos hábitats
- Implementación de tecnología limpia (tratamiento, energías renovables)
- Gestión integral de residuos (80% valorización)
- Programa de captura de carbono activo
- Mejora en resiliencia climática mediante infraestructura adaptativa

Viabilidad Condicionada

El proyecto es ambientalmente viable únicamente bajo las siguientes condiciones:

- Implementación estricta de las medidas de prevención y mitigación
- Monitoreo continuo y transparente con participación comunitaria

- Ajuste dinámico de medidas basado en resultados de vigilancia
- Compromiso vinculante con la compensación y restauración ecológica

El escenario con proyecto y gestión ambiental completa representa una transformación gestionada del territorio, donde se intercambian servicios ecosistémicos originales por un paquete mixto que incluye:

- Nuevos servicios ambientales (tratamiento de agua, gestión de residuos, captura de carbono)
- Desarrollo económico local con distribución equitativa
- Infraestructura resiliente al cambio climático
- Compensación ecológica neta positiva

Mientras el escenario sin proyecto conduce a una degradación pasiva con baja resiliencia, y el escenario con proyecto sin medidas genera daños irreversibles, el escenario con medidas integrales propone una reconfiguración del sistema socioecológico.

La clave radica en:

- La escala y efectividad de las medidas compensatorias
- La permanencia y mantenimiento de los sistemas de gestión
- La integración genuina con la comunidad ejidal
- La adaptabilidad continua frente a cambios climáticos y sociales

Este análisis demuestra que, mediante una gestión ambiental rigurosa y comprometida, es posible transformar el proyecto en un catalizador de desarrollo sostenible que genere beneficios ambientales netos positivos y mejore la resiliencia socioecológica de la región, cumpliendo con el principio de no pérdida neta e incluso alcanzando una ganancia neta en biodiversidad y servicios ecosistémicos a escala de paisaje.

VII.4 Pronóstico ambiental

PRONÓSTICO DE IMPACTOS RESIDUALES CON GESTIÓN AMBIENTAL

Estado Ambiental Proyectado a Corto Plazo (1-2 años)

Durante Construcción:

- Impactos Temporales Significativos: Generación de 120-150 ton de polvo particulado total, remoción de 2.8 ha de cobertura vegetal, alteración de drenaje natural.
- Cumplimiento Normativo: Emisiones de PM10 controladas <150 µg/m³ en perímetro (cumpliendo NOM-EM-005), manejo del 100% de residuos de construcción conforme a NOM-083.
- Desequilibrio Ecológico: LOCAL Y TEMPORAL en polígono de obra. Recuperación parcial inmediata post-construcción con medidas de restauración inicial.

Primer Año de Operación:

- Impactos Crónicos Establecidos: Emisiones base de 180-200 ton CO_2e/año, generación de 5-8 m³/día de aguas residuales, perturbación acústica permanente (55-65 dB).
- Calidad del Aire: PM10 <75 µg/m³ promedio (dentro de límites NOM-025), NOx <0.15 ppm (cumpliendo NOM-EM-005).
- Aguas Residuales: Descargas con DBO5 <150 mg/L, Grasas y Aceites <15 mg/L (cumpliendo NOM-001).

Estado Ambiental Proyectado a Mediano Plazo (3-5 años)

- Estabilización de Impactos: Sistemas de tratamiento operando a capacidad plena, medidas compensatorias madurando.
- Balance de Carbono: Áreas compensatorias capturando 40-50 ton CO_2/año vs. 200-220 ton emitidas (déficit de 75-80%).
- Recuperación Ecológica: Supervivencia vegetal compensatoria >80%, establecimiento de nuevos hábitats en 8.4 ha.

- Calidad de Agua Subterránea: Monitoreo indicará estabilidad o deterioro gradual; pronóstico: contaminantes <10% de límites permisibles.

Estado Ambiental Proyectado a Largo Plazo (5-10 años)

- Impactos Residuales Permanentes: Isla de calor local (+2-3°C), alteración hidrológica permanente, fuente constante de emisiones.
- Compensación Ecológica Madura: Áreas reforestadas alcanzando capacidad máxima de captura, creación efectiva de corredores biológicos.
- Sostenibilidad Operacional: Dependencia crítica de mantenimiento de sistemas de mitigación; sin mantenimiento, deterioro rápido a condiciones inaceptables.

ANÁLISIS DE LÍMITES Y CONDICIONES NORMATIVAS

Evaluación de Cumplimiento Normativo

Parámetro Normativo	Límite Establecido	Pronóstico con Medidas	Cumplimiento	Margen de Seguridad
NOM-025-SSA1-2021 (PM10)	75 µg/m³ (24h)	65-70 µg/m³ (promedio)	SÍ CUMPLE	7-13% bajo límite
NOM-EM-005-SEMARNAT-2017 (NOx)	0.15 ppm (promedio anual)	0.12-0.14 ppm	SÍ CUMPLE	7-20% bajo límite
NOM-001-SEMARNAT-2021 (DBO5)	150 mg/L	120-140 mg/L	SÍ CUMPLE	7-20% bajo límite
NOM-081-SEMARNAT-2021 (Ruido)	65 dB(A) diurno	60-64 dB(A)	SÍ CUMPLE	2-8% bajo límite

NOM-083-SEMARNAT-2003 (RSU)	100% manejo adecuado	95-98% (estimado)	CUMPLIMIENTO PARCIAL	Riesgo de incumplimiento menor
LGEEPA (Art. 28)	No causar desequilibrio ecológico	Dentro de lo permitido	CONDICIONAL	Depende de efectividad compensatoria

Puntos Críticos de Cumplimiento

CUMPLIMIENTO GARANTIZADO:

- Emisiones Atmosféricas: Tecnologías disponibles garantizan permanecer bajo límites.
- Calidad de Agua Descargada: Sistemas de tratamiento probados aseguran cumplimiento.
- Ruido: Barreras acústicas y regulación operativa mantendrán niveles.

CUMPLIMIENTO CONDICIONAL (Requiere Vigilancia Estricta):

- Manejo de Residuos Peligrosos: Depende de gestión operativa diaria.
- Calidad de Agua Subterránea: Vulnerable a accidentes o fallas de contención.
- Prevención de Contaminación de Suelos: Requiere protocolos rigurosos.

CUMPLIMIENTO EN RIESGO:

- Compensación Ecológica (LGEEPA Art. 28): Lograr "no pérdida neta" es técnicamente complejo y de verificación a largo plazo.

ANÁLISIS INTEGRAL: ¿Desequilibrio Ecológico o Cumplimiento Normativo?

Definición Legal Aplicable (LGEEPA Art. 3º)

Desequilibrio Ecológico: "La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos."

Evaluación por Componente

Aire y Clima

- Alteración: Introducción de fuente puntual permanente de GEI y contaminantes criterio.
- Desequilibrio: MODERADO a escala local (microclima), MENOR a escala regional.
- Límites Normativos: NO SE REBASARÁN con medidas implementadas.
- Conclusión: Transformación controlada dentro de capacidad de asimilación atmosférica regional.

Suelo

- Alteración: Cambio de vocación natural a uso urbano-industrial en 2.8 ha.
- Desequilibrio: SEVERO en polígono (pérdida irreversible de funciones ecológicas).
- Compensación: Recuperación de funciones en 8.4 ha compensatorias.
- Balance Neto: FUNCIONALIDAD ECOSISTÉMICA MEJORADA a escala de paisaje.
- Conclusión: Desequilibrio local severo compensado por mejoras regionales.

Agua

- Alteración: Reducción del 65% de infiltración, alteración de ciclo hidrológico.
- Desequilibrio: MODERADO en ciclo hidrológico local.
- Límites Normativos: NO SE REBASARÁN en descargas (calidad), SÍ SE ALTERARÁN patrones naturales (cantidad).

- Conclusión: Desequilibrio hidrológico local aceptable si no hay afectación a terceros.

Biodiversidad

- Alteración: Eliminación de hábitat en 2.8 ha, efecto barrera.
- Desequilibrio: SEVERO localmente, MODERADO regionalmente.
- Compensación: Creación de 8.4 ha de nuevo hábitat + corredores.
- Balance Neto: GANANCIA NETA DE HÁBITAT (3:1), pero con pérdida de hábitat original.
- Conclusión: Reconfiguración del equilibrio ecológico, no necesariamente desequilibrio.

Paisaje y Socioeconomía

- Alteración: Cambio radical de paisaje rural a industrial.
- Desequilibrio: COMPLETO en percepción visual y cultural.
- Compensación: Beneficios socioeconómicos y desarrollo local.
- Conclusión: Desequilibrio perceptual compensado con beneficios tangibles.

Evaluación Integral de Desequilibrio Ecológico

SE PRODUCIRÁ DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO EN:

- Escala Local Inmediata (Polígono): Transformación completa e irreversible.
- Ciclo Hidrológico Superficial: Alteración permanente de patrones naturales.
- Composición de Especies Local: Reemplazo de comunidades originales.

NO SE PRODUCIRÁ DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO EN:

- Escala Regional (Considerando Compensación): Balance neto positivo de hábitat y servicios.
- Calidad Ambiental Normada: Parámetros dentro de límites legales.

- Capacidad de Sostenibilidad: Sistemas implementados permiten equilibrio dinámico nuevo.

CONDICIÓN CRÍTICA:
El proyecto NO REBASARÁ los límites establecidos en disposiciones aplicables para proteger el ambiente (NOMs específicas), pero SÍ CAUSARÁ desequilibrio ecológico local según definición de LGEEPA. Sin embargo, este desequilibrio será:

- Localizado (no regional)
- Compensado con ganancias netas en otras áreas
- Gestionado para minimizar efectos negativos
- Monitoreado para detección temprana de impactos no previstos

PRONÓSTICO DE RIESGOS RESIDUALES

Riesgos de Incumplimiento Normativo

- Probabilidad Baja (5-10%): Eventos de contaminación aguda por fallas operativas.
- Probabilidad Media (20-30%): Incumplimiento en manejo de residuos si no hay supervisión constante.
- Probabilidad Alta (40-60%): Deterioro progresivo de medidas compensatorias sin mantenimiento adecuado.

Riesgos de Desequilibrio Ecológico No Compensado

- Efecto Barrera Permanente: Fragmentación ecológica irreversible a escala local.
- Contaminación Acumulativa: Lenta acumulación de metales pesados en suelos adyacentes.
- Alteración de Microclima: Isla de calor afectando agricultura circundante.
- Pérdida de Conectividad Ecológica: Afectación a especies con rangos amplios.

Factores de Incertidumbre

- Efectividad de Compensación: Supervivencia y funcionalidad ecológica de áreas compensatorias (15-20% de incertidumbre).
- Cambio Climático: Eventos extremos podrían exacerbar impactos no previstos.
- Cumplimiento Operativo Continuo: Dependencia crítica del factor humano en gestión ambiental.

CONCLUSIÓN PRONOSTICADA Y CONDICIONES DE VIABILIDAD

Pronóstico Ambiental Integrado

- Con la implementación estricta de todas las medidas de prevención, mitigación y compensación:
- NO SE REBASARÁN los límites establecidos en las disposiciones normativas aplicables (NOMs) para protección ambiental.
- SÍ SE CAUSARÁ desequilibrio ecológico a escala local según definición de LGEEPA Art. 3º.

Este desequilibrio será:

- Localizado y circunscrito al área de influencia directa
- Compensado adecuadamente mediante medidas de restauración y creación de nuevo capital natural
- Gestionado activamente para prevenir afectaciones significativas a sistemas ecológicos circundantes
- Monitoreado continuamente para ajustar medidas correctivas

Condiciones para Viabilidad Ambiental

CONDICIONES ABSOLUTAS (No Negociables):

- Implementación del 100% del Plan de Manejo Ambiental.
- Establecimiento y operación permanente del Comité de Vigilancia Ambiental.
- Cumplimiento continuo de todos los límites de las NOMs aplicables.

CONDICIONES DE MITIGACIÓN DEL DESEQUILIBRIO:

- Verificación independiente de efectividad de compensación ecológica (relación 3:1 funcional).
- Monitoreo de conectividad ecológica regional post-implantación.
- Evaluación periódica de no afectación a servicios ecosistémicos críticos.

Pronóstico Final

- El proyecto es AMBIENTALMENTE VIABLE CONDICIONADA, bajo el entendido de que:
- Causará un desequilibrio ecológico local controlado y compensado.
- No rebasará los límites normativos establecidos para protección ambiental.
- Transformará el equilibrio ecológico existente por un nuevo equilibrio de mayor complejidad gestionada.
- Su sostenibilidad dependerá críticamente de la gestión ambiental activa y permanente.
- La clave de la viabilidad no está en evitar todo desequilibrio (imposible en proyectos de esta naturaleza), sino en:
- Mantener el desequilibrio dentro de límites aceptables, compensables y reversibles en lo esencial
- Asegurar que no se afecten procesos ecológicos críticos a escala regional
- Garantizar que los beneficios socioambientales netos superen los costos ecológicos
- Establecer mecanismos de adaptación y corrección ante impactos no previstos

Por lo tanto, se pronostica que el proyecto PUEDE realizarse sin contravenir el marco jurídico ambiental vigente, siempre que se cumplan integralmente todas las condiciones y medidas establecidas en la MIA.

VII.5 Evaluación de alternativas

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Criterios de Evaluación:

- Cumplimiento del Propósito: Capacidad para satisfacer la necesidad logística de estacionamiento seguro para trailers.
- Potencial de Impactos Ambientales: Grado de afectación previsible a componentes ambientales.
- Carácter de Uso de Suelo: Valor ecológico y productivo del terreno alternativo.
- Factibilidad Técnico-Económica: Viabilidad de implementación y costos asociados.

Escala de Valoración:

- Alto (3 puntos): Cumple óptimamente / Mínimo impacto / Suelo de bajo valor
- Medio (2 puntos): Cumple adecuadamente / Impacto moderado / Suelo de valor medio
- Bajo (1 punto): Cumple limitadamente / Alto impacto / Suelo de alto valor

DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS EVALUADAS

ALTERNATIVA A: PROYECTO PROPUESTO (SITIO ACTUAL)

- Ubicación: Ejido Rancho Nuevo Carrizal, terreno ejidal
- Uso Actual: Pastizal inducido con vegetación secundaria
- Topografía: Plana (0-5% pendiente)

ALTERNATIVA B: ZONA NORTE DEL EJIDO

- Ubicación: Terreno ejidal colindante con vegetación riparia
- Uso Actual: Vegetación secundaria de selva baja caducifolia en mejor estado de conservación
- Topografía: Con ligera pendiente hacia cuerpo de agua temporal

ALTERNATIVA C: ZONA INDUSTRIAL DE MINATITLÁN

- Ubicación: Terrenos industriales disponibles en polígono industrial establecido
- Uso Actual: Suelo urbano industrial, parcialmente desarrollado
- Topografía: Plana, con infraestructura básica existente

ALTERNATIVA D: ZONA AGRÍCOLA PRODUCTIVA

- Ubicación: Terreno ejidal dedicado a agricultura de riego de alta productividad
- Uso Actual: Cultivo de maíz y sorgo con infraestructura de riego
- Topografía: Plana, con sistemas de irrigación establecidos

EVALUACIÓN COMPARATIVA

Criterio 1: Cumplimiento del Propósito y Necesidad del Proyecto

Aspecto	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D
Accesibilidad	Buena (3.5 km de vía principal)	Regular (4.8 km por caminos rurales)	Excelente (sobre vía principal)	Mala (5.2 km por caminos agrícolas)
Seguridad Operativa	Alta (zona de baja densidad)	Media (cercanía a vegetación)	Alta (zona industrial vigilada)	Baja (cruce de maquinaria agrícola)
Capacidad de Expansión	Alta (terrenos ejidales adyacentes disponibles)	Media (limitada por vegetación)	Baja (costos elevados de terreno)	Alta (terrenos agrícolas disponibles)
Conectividad Logística	Buena (acceso a puerto y refinería)	Regular (rutas indirectas)	Excelente (corredor logístico principal)	Mala (aislamiento relativo)
PUNTUACIÓN PARCIAL	10/12	7/12	11/12	6/12

La Alternativa C (zona industrial) cumple mejor el propósito logístico, seguida muy de cerca por la Alternativa A (propuesta). La Alternativa A mantiene ventajas en capacidad de expansión y seguridad, sitio donde se llevará a cabo el proyecto.

Criterio 2: Potencial de Impactos Ambientales Significativos

Componente	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D
Biodiversidad	Media (pastizal perturbado)	ALTA (vegetación secundaria conservada)	Baja (suelo industrial)	Media (agroecosistema)
Suelo	Media (erosión ligera existente)	ALTA (suelo forestal conservado)	Baja (suelo ya perturbado)	ALTA (suelo agrícola productivo)
Agua	Media (vulnerabilidad acuífera)	MUY ALTA (cercanía a cuerpo de agua)	Media (infraestructura existente)	ALTA (competencia por agua agrícola)
Paisaje	Media (transformación de paisaje rural)	ALTA (afectación de paisaje natural)	Baja (integración a paisaje industrial)	Media (pérdida de paisaje productivo)
Emisiones y Ruido	Media (afectación a núcleos rurales)	Baja (lejanía de asentamientos)	ALTA (suma a contaminación industrial existente)	Media (afectación a trabajadores agrícolas)
PUNTUACIÓN (Menor impacto = mayor puntuación)	8/15	4/15	10/15	6/15

La Alternativa C presenta MENOR potencial de impactos ambientales SIGNIFICATIVOS NUEVOS, al ubicarse en zona ya industrializada. La Alternativa B es la MÁS CRÍTICA ambientalmente. La Alternativa A tiene impactos moderados.

Criterio 3: Ubicación sobre Áreas Agrícolas (Menor Peligrosidad)

Parámetro	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D
Tipo de Suelo	Vertisol de baja productividad agrícola actual	Suelo forestal con potencial agrícola medio	Suelo industrial sin vocación agrícola	Vertisol de alta productividad agrícola
Uso Actual	Pastizal extensivo (baja productividad)	Vegetación secundaria (sin uso agrícola)	Industrial (sin uso agrícola)	Agricultura de riego intensiva

Pérdida de Producción	Mínima (aprox. 5-10 ton/año de forraje)	Nula (no productivo actualmente)	Nula (ya perdida)	Alta (40-60 ton/año de granos)
Conflictos por Uso de Agua	Bajo (no compite con agricultura)	Bajo (no requiere riego)	Medio (compite con industria)	Alto (compite directamente con riego agrícola)
Seguridad Alimentaria	Impacto mínimo	Impacto mínimo	Impacto mínimo	Impacto ALTO en producción local
PUNTUACIÓN (Mayor puntuación = menor afectación agrícola)	12/15	13/15	14/15	3/15

La Alternativa C y B son las MENOS PELIGROSAS para el sector agrícola. La Alternativa D es EXTREMADAMENTE PELIGROSA al afectar suelo agrícola productivo. La Alternativa A (propuesta) tiene bajo impacto agrícola.

ANÁLISIS INTEGRAL MULTICRITERIO

Matriz de Evaluación Final

Criterio	Peso	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D
Cumplimiento del Propósito	40%	10/12 → 3.33	7/12 → 2.33	11/12 → 3.67	6/12 → 2.00
Menor Impacto Ambiental	35%	8/15 → 1.87	4/15 → 0.93	10/15 → 2.33	6/15 → 1.40
Menor Afectación Agrícola	25%	12/15 → 2.00	13/15 → 2.17	14/15 → 2.33	3/15 → 0.50
PUNTAJE PONDERADO	100%	7.20	5.43	8.33	3.90
RANKING FINAL	-	2° LUGAR	3° LUGAR	1° LUGAR	4° LUGAR

Análisis por Alternativa

ALTERNATIVA C (Zona Industrial) - PRIMER LUGAR (8.33 puntos)

FORTALEZAS:

- Máximo cumplimiento del propósito logístico
- Menor impacto ambiental significativo NUEVO (suma a zona ya impactada)
- Cero afectación a suelo agrícola
- Infraestructura existente reduce costos y tiempos

DEBILIDADES:

- Costo de terreno 3-4 veces mayor
- Contribución a saturación de corredor industrial existente
- Menor capacidad de expansión
- Competencia por servicios en zona congestionada

ALTERNATIVA A (Propuesta Actual) - SEGUNDO LUGAR (7.20 puntos)

FORTALEZAS:

- Alto cumplimiento del propósito (segundo mejor)
- Impactos ambientales manejables mediante mitigación
- Mínima afectación a producción agrícola
- Costo de terreno accesible
- Alta capacidad de expansión futura

DEBILIDADES:

- Requiere mayor inversión en infraestructura básica
- Impactos ambientales MODERADOS pero SIGNIFICATIVOS
- Distancia mayor a corredor principal

ALTERNATIVA B (Zona con Vegetación) - TERCER LUGAR (5.43 puntos)

FORTALEZAS:

- Cero afectación agrícola
- Lejanía de asentamientos humanos

DEBILIDADES CRÍTICAS:

- ALTO impacto ambiental (pérdida de vegetación secundaria conservada)
- Bajo cumplimiento del propósito logístico
- Riesgo de afectación a cuerpos de agua

ALTERNATIVA D (Zona Agrícola Productiva) - ÚLTIMO LUGAR (3.90 puntos)

DEBILIDADES CRÍTICAS:

- ALTA afectación a seguridad alimentaria local
- Impacto severo en economía agrícola ejidal
- Competencia directa por recursos hídricos
- Bajo cumplimiento del propósito logístico

INVIABLE AMBIENTAL Y SOCIALMENTE

EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA VS. ALTERNATIVA ÓPTIMA

Análisis de Compensaciones (Trade-offs)

1. Si se selecciona la Alternativa A (Propuesta) sobre la Alternativa C (Óptima):

- SE GANA: Aceptación social ejidal, capacidad de expansión, menor costo de terreno
- SE PIERDE: Eficiencia logística máxima, menor impacto ambiental nuevo, menor costo total
- COMPENSACIÓN REQUERIDA: Inversión mayor en mitigación ambiental para compensar mayores impactos

2. Si se selecciona la Alternativa C (Óptima) sobre la Alternativa A (Propuesta):

- SE GANA: Menores impactos, mayor eficiencia, menor costo total
- SE PIERDE: Oportunidad de desarrollo ejidal, capacidad de expansión futura
- COMPENSACIÓN REQUERIDA: Programas de desarrollo comunitario alternativo para el ejido

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Evaluación de la Alternativa Propuesta (A)

¿Cumple el propósito con más éxito que las otras alternativas?

SÍ, EN ASPECTOS CRÍTICOS: Capacidad de expansión y aceptación social donde supera a la Alternativa C.

VEREDICTO: Cumple ADECUADAMENTE, pero no ÓPTIMAMENTE.

¿Tiene menos potencial para impactos ambientales significativos?

La Alternativa A genera impactos MODERADOS pero MANEJABLES con mitigación.

¿Su ubicación sobre áreas agrícolas la hace menos peligrosa?

SÍ. La Alternativa A se ubica en suelo de BAJA productividad agrícola actual.

VEREDICTO: Es una ubicación de BAJO RIESGO para seguridad alimentaria.

Justificación de la Selección de la Alternativa A

A pesar de no ser la óptima técnicamente, la Alternativa A (propuesta) se justifica por:

- BALANCE INTEGRAL: Combina adecuadamente los tres criterios sin extremos negativos.
- FACTOR SOCIAL CRÍTICO: Genera desarrollo en comunidad ejidal con menores oportunidades.

- COSTO-BENEFICIO: Menor costo de terreno compensa mayor inversión en infraestructura.
- SUSTENTABILIDAD A LARGO PLAZO: Capacidad de expansión asegura viabilidad futura.
- MITIGACIÓN FACTIBLE: Los impactos ambientales, aunque moderados, SON MITIGABLES efectivamente.

Recomendación Final

Se RECOMIENDA la Alternativa A (propuesta actual) bajo las siguientes condiciones:

COMPENSACIÓN POR DEFICIENCIAS LOGÍSTICAS:

- Mejoramiento de vialidades de acceso (inversión adicional del 10%)
- Sistema de señalización avanzada para optimizar rutas

REFORZAMIENTO DE MITIGACIÓN AMBIENTAL:

- Incremento del 15% en presupuesto de compensación ecológica
- Monitoreo ambiental más frecuente que el estándar

GARANTÍAS SOCIALES:

- Contrato de empleo garantizado para ejidatarios
- Participación en utilidades para el ejido

La Alternativa A representa el MEJOR BALANCE GLOBAL entre: eficiencia logística aceptable, impactos ambientales manejables, protección del sector agrícola, desarrollo social ejidal, y viabilidad económica.

El proyecto del estacionamiento para autotanques en el Ejido Rancho Nuevo Carrizal se considera ambiental y técnicamente viable en el área seleccionada, bajo el estricto cumplimiento de todas las medidas de mitigación y compensación establecidas en la MIA. Si bien el análisis comparativo identificó que la ubicación en zona industrial (Alternativa C) presentaría ventajas logísticas y menor impacto ambiental nuevo, la

Alternativa A seleccionada representa el mejor balance integral al combinar adecuadamente el cumplimiento del propósito logístico (83% de eficiencia), impactos ambientales moderados pero mitigables, y mínima afectación a suelos agrícolas productivos. Su viabilidad se fundamenta en que los impactos previsibles, principalmente la transformación irreversible del espacio considerado de pastizal perturbado y la alteración del régimen hidrológico local, pueden ser compensados efectivamente mediante la reforestación, la implementación de sistemas avanzados de tratamiento, y la creación de beneficios socioeconómicos significativos para la comunidad ejidal. La ubicación garantiza el no rebasamiento de los límites normativos de emisiones y descargas, y aunque sí causará un desequilibrio ecológico local, este será controlado, compensado y monitoreado, permitiendo establecer un nuevo equilibrio ambiental gestionado. Por tanto, el proyecto es viable siempre que se mantenga un compromiso verificable con la inversión en mitigación, la operación de sistemas de control, y la participación comunitaria activa, transformándose en un caso de reconfiguración territorial sostenible que equilibra desarrollo logístico, protección ambiental y progreso social.

Capítulo VIII. Anexo fotográfico


TF-100
FERTI FORTE


AMONIACO ANHIDRO
NH3
FERTI FORTE

















Capítulo VIX. Bibliografía

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Artículos **1º, 2º, 4º, 25, 27, 73, 115**.

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992). Naciones Unidas.

Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992). Decreto Promulgatorio publicado en el DOF el 7 de mayo de 1993.

Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (Acuerdo de Escazú). Decreto de promulgación publicado en el DOF el 9 de noviembre de 2020.

Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes (1989). Ratificado por México y publicado en el DOF.

Acuerdo de París (bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). Decreto por el que se aprueba publicado en el DOF el 28 de julio de 2016.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Última reforma DOF 05-01-2024.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. DOF 30-05-2000.

Ley de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (Ley de la ASEA). DOF 11-08-2014. Última reforma DOF 27-12-2023.

Reglamento de la Ley de la ASEA en Materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente. DOF 04-11-2015.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. DOF 05-06-2018.

Ley General de Vida Silvestre. DOF 03-07-2000. Última reforma DOF 26-06-2018.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). DOF 08-10-2003. Última reforma DOF 15-07-2022.

Ley de Aguas Nacionales. DOF 01-12-1992. Última reforma DOF 08-04-2020.

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU). DOF 28-11-2016.

Ley Agraria. DOF 26-02-1992. Última reforma DOF 09-01-2023.

NOM-005-ASEA-2016: Transporte de gas natural, etano y gas licuado de petróleo por medio de autotanques.

NOM-EM-ASEA-2023 (o la vigente): Almacenamiento de petrolíferos.

NOM-052-SEMARNAT-2005 (o la que la sustituya): Características de los residuos peligrosos.

NOM-053-SEMARNAT-1993: Procedimiento para realizar la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993: Transporte de residuos peligrosos.

NOM-155-SEMARNAT-2007 (o la vigente): Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua.

NOM-161-SEMARNAT-2011: Requisitos para la presentación de la información de los residuos peligrosos, así como el manejo y transporte de los que sean generados por los permisionarios de la ASEA.

NOM-028-STPS-2012: Sistemas de protección contra incendios en centros de trabajo.

NOM-026-STPS-2008: Colores y señales de seguridad e higiene.

NOM-030-STPS-2009: Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo.

NOM-031-STPS-2011: Construcción - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

NOM-018-STPS-2015: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

NOM-244-ASEA-2022: Medidas de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y abandono de estaciones de carga y descarga de autotanques que transporten petrolíferos y sustancias petroquímicas.

NOM-129-ASEA-2017: Medidas de prevención de accidentes en el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas.

NOM-121-ASEA-2017: Lineamientos para la integración del análisis de riesgo como parte de los estudios de riesgo ambiental.

DACG-ASEA-2022-001 (o la vigente): "Lineamientos para la presentación y evaluación del Estudio de Riesgo Ambiental y del Análisis de Riesgo...".

DACG-ASEA-2021-XXX (consultar vigente): "Lineamientos para la integración y presentación del Manifiesto de Impacto Ambiental...".

DACG-ASEA-2020-XXX (consultar vigente): "Lineamientos para la elaboración, implementación y mantenimiento del Plan de Respuesta a Emergencias...".

DACG-ASEA-2019-XXX (consultar vigente): "Criterios para la instrumentación de programas de supervisión, mantenimiento y prueba de sistemas de seguridad...".

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Veracruz (POET). Publicado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA). Última actualización.

Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Minatitlán, Veracruz. Última versión publicada y vigente, expedida por el H. Ayuntamiento Constitucional de Minatitlán.

Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (CONANP).

Plan Nacional de Desarrollo 2024-2030. Publicado en el DOF el 30 de abril de 2024.

Programa Sectorial de Energía 2024-2030 (de la SENER). En proceso de publicación.

Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2024-2030 (PROMARNAT de SEMARNAT). En proceso de publicación.

Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENBIOMEX) y Plan de Acción 2030. CONABIO/SEMARNAT.

Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024. Publicado en el DOF.

Programa Nacional de Protección Civil.

Bando de Policía y Buen Gobierno del Municipio de Minatitlán, Veracruz. Última versión vigente.

Reglamento de Construcción del Municipio de Minatitlán, Veracruz. Última versión vigente.

Reglamento de Desarrollo Urbano del Municipio de Minatitlán, Veracruz. Última versión vigente.

Reglamento de Protección al Ambiente y Ecología del Municipio de Minatitlán, Veracruz

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Marco Geoestadístico Nacional. Localización del Ejido Rancho Nuevo Carrizal, Municipio de Minatitlán (Código 30109), Veracruz.

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI). (2023). Atlas de los Pueblos Indígenas de México. Consulta para la región de Minatitlán.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) / CONANP. (2024). Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) - Mapa interactivo.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Conjunto de Datos Vectoriales Edafológico, Escala 1:250 000 (Serie II - Continuo Nacional)*. Hoja E15-11 (Coatzacoalcos) y E15-12 (Acayucan).

INEGI. (2023). *Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos, Escala 1:250 000 (Continente, Plataforma Insular y Oceánico)*. Hoja E15-11 (Coatzacoalcos).

INEGI. (2023). *Modelo Digital de Elevación (MDE) de 15 m de resolución (Continental, Insular y Batimétrico)*.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). *Estadísticas Climatológicas Normales por Estación*. Estación Meteorológica: "Minatitlán" (Código 0003019) y "Coatzacoalcos" (Código 0003006).

García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (5ª ed.).* Instituto de Geografía, UNAM.

INEGI. (2023). *Conjunto de Datos Vectoriales de Hidrología, Escala 1:50 000 (Continental e Insular)*.

CONAGUA. (2018). *Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero 3001 "Río Coatzacoalcos".*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023). *Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA).* Reportes históricos de la estación "Minatitlán" (VER-001).

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2020). *Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM).*

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Minatitlán (PROAIRE). (2018-2027). Gobierno del Estado de Veracruz.

INEGI. (2020). *Marco Geoestadístico Nacional.*

Registro Agrario Nacional (RAN). (2023). *Padrón e Historial de Núcleos Agrarios.* Núcleo Agrario: **Rancho Nuevo Carrizal** (Clave: 30).

Universidad Veracruzana (UV) - Instituto de Investigaciones Biológicas. (2019). *Estudio de Línea Base Ambiental para el Sur de Veracruz.* **Petróleos Mexicanos (PEMEX).** (2015). *Estudios de Riesgo Ambiental para la Refinería "Lázaro Cárdenas" en Minatitlán.*

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 (Serie VII - Continuo Nacional)*. Hojas E15-11 (Coatzacoalcos) y E15-12 (Acayucan).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023). *Portal de Geoinformación*. Capas: **"Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)"** (RTP-108 "Uxpanapa") y **"Provincias Bióticas"** (Provincia Veracruzana, Provincia Los Tuxtlas).

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1ra edición digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2019). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (Publicación actualizada).

CONABIO. Enciclovida. (2024). *Plataforma digital de consulta de especies*. Búsquedas por región (Minatitlán, Veracruz).

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Townsend-Peterson, A., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. (2014). *Biodiversidad de aves en México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85, S476-S495.

Ceballos, G., y Oliva, G. (Coords.). (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO / Fondo de Cultura Económica.

Guevara, S., Laborde, J., & Sánchez-Ríos, G. (Eds.). (2007). *Los Tuxtlas: el paisaje de la sierra*. Instituto de Ecología, A.C. / Unión Europea.

Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) - Sede Veracruz. (2020). *Informes Técnicos de la Línea de Investigación en Ecología del Paisaje y Conservación*.

Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA). (2021). *Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos*.

SEMARNAT. (2018). *Guía para la elaboración de estudios de caracterización biológica en proyectos de energía*. Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España.

Registro Agrario Nacional (RAN). (2023). *Estadística Cartográfica del Núcleo Agrario: Rancho Nuevo Carrizal* (Clave: 30____). **Consulta de Croquis y Datos Generales**.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) / Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2019). *Diagnósticos de Unidades de Producción Familiar en Ejidos del Sur de Veracruz*.

Guevara, S., Laborde, J., & Sánchez-Ríos, G. (Eds.). (2007). *Los Tuxtlas: el paisaje de la sierra.* Instituto de Ecología, A.C.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. (2021). SEDEMA Veracruz.

CONABIO. (2018). *Valoración de los servicios ecosistémicos en la cuenca del río Coatzacoalcos.*

Universidad Veracruzana (UV). (2019). *Estudio de Línea Base Ambiental para el Sur de Veracruz.*

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020.* Datos para el Municipio de Minatitlán (Clave 30109), Veracruz.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2020). *Índice de Marginación por Localidad 2020.*

INEGI. (2019). *Marco Censal Agropecuario 2017.*

Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales.* Icaria Editorial.

Guevara, S., et al. (2007). *Los Tuxtlas: el paisaje de la sierra.* Instituto de Ecología, A.C.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México. (2019). *Diagnóstico sobre Desarrollo Humano y Desigualdad en la Región Sur-Sureste de Veracruz.*

Secretaría de Salud de Veracruz. (2021). *Anuarios Estadísticos de Morbilidad.*

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2023). *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático*.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN) - CONAGUA. (2021). *Escenarios de Cambio Climático para la República Mexicana (RCP 4.5 y 8.5) al 2050 y 2070*.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) - INECC. (2017). *Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo por Inundaciones en la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos*.

Oropeza O., J. L., & Mendoza, M. E. (2018). *Vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica en la cuenca del río Coatzacoalcos, Veracruz, ante escenarios de cambio climático*. Investigaciones Geográficas, (96).

García C., E., & Gómez D., H. (2020). *Análisis de la isla de calor urbana en ciudades industriales del Golfo de México: el caso de Minatitlán-Coatzacoalcos*. Universidad Veracruzana.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero 3001 "Río Coatzacoalcos" y pronóstico de efectos por cambio climático*.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). (2020). *Metodología para la Determinación de la Capacidad de Carga Urbana*.

Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). (2009). *Economía de los ecosistemas y la biodiversidad para tomadores de decisiones (TEEB)*.

Guevara, S., et al. (Eds.). (2007). *Los Tuxtlas: el paisaje de la sierra*. Instituto de Ecología, A.C.

Oropeza O., J. L., & Mendoza, M. E. (2018). *Vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica en la cuenca del río Coatzacoalcos, Veracruz, ante escenarios de cambio climático*. Investigaciones Geográficas, (96).

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero 3001 "Río Coatzacoalcos"*.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2015). *Calidad del agua en los ríos de México: Diagnóstico y tendencias*. Incluye evaluación del **Río Coatzacoalcos**.

Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. 4ª edición. Mundi-Prensa.

Canter, L. W. (1996). *Environmental Impact Assessment*. 2nd edition. McGraw-Hill.

Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2012). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. 4th edition. Routledge.

International Association for Impact Assessment (IAIA). (2009). *Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2006). *Guía para la Elaboración de Estudios de Caracterización de Sitios Contaminados*.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2018). **"Guía para la Elaboración de Estudios de Riesgo para Instalaciones que Manejan Sustancias Peligrosas"**.

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Minatitlán (PROAIRE) 2018-2027. Gobierno del Estado de Veracruz.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. (2021). SEDEMA Veracruz.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). **"Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero 3001 'Río Coatzacoalcos"**.