Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular



Proyecto
“CASA ZANKA”

Fracción de terreno IV, Lote 14-A, Playa Valentín, Municipio de Petatlán, Estado de Guerrero.

Julio 2026

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL......4

I.1 Datos generales del proyecto....4
I.1.1 Nombre del proyecto....4
I.1.2 Ubicación del proyecto....4
I.1.3 Duración del proyecto....4
I.2 Datos generales del Promovente....4
I.2.1 Nombre o razón social....4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente....4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal....4
I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones....4
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio....4
II. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....5
II.1 Información general del proyecto....5
II.1.1 Naturaleza del proyecto....5
II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto....13
II.1.3 Inversión requerida....15
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos....16
II.2 Características particulares del proyecto....19
II.2.1 Programa de trabajo....19
II.2.2 Representación gráfica local....20
II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción....22
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento....25
II.2.5 Etapa de abandono del sitio....26
II.2.6 Utilización de explosivos....27
II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera....27
II.2.8 Generación de gases efecto invernadero....30
II.2.8.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros. a los niveles máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes....30
II.2.8.2. Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida....32
II.2.8.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto 33
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO....34
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO....43
IV.1 Delimitación del área de influencia....43
IV.2 Delimitación del sistema ambiental....44
IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental....45
IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA....46
IV. 3.1.1 Medio abiótico....48
IV. 3.1.2 Medio biótico....67

IV. 3.1.3 Medio socioeconómico....86
IV. 3.1.4 Paisaje....88
IV.2.5 Diagnóstico ambiental....90
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES....93
V.1 Identificación de impactos.....93
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales....93
V.2 Caracterización de los impactos....95
V.2.1 Indicadores de impacto....95
V.3. Valoración de los impactos....96
V.4 Conclusiones....114
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES....116
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental....116
VI.2. Programa de vigilancia ambiental....118
VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)....121
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....122
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto....122
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto....122
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación....123
VII.4. Pronóstico ambiental....125
VII.5. Evaluación de alternativas....126
VII.6 Conclusiones....126
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL....128
VIII.1 Presentación de la información....128
VIII.1.1 Cartografía....128
VIII.1.2 Fotografías....129
VIII.1.3 Videos....129
VIII.2 Otros anexos....129
VIII.3 Glosario de términos....129

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

“CASA ZANKA”

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto pretende su ejecución en la Fracción de terreno marcado con el numero IV lote 14-A, ubicado en Playa Valentín, entre Laguna de Potosí y el Océano Pacífico, Municipio Petatlán, Estado de Guerrero.

I.1.3 Duración del proyecto

La vigencia solicitada para el proyecto abarca desde el inicio de las obras de preparación del sitio hasta la conclusión de su vida útil operativa, desglosándose de la siguiente manera:

- Etapa de Construcción: 5 años.
- Etapa de Operación y Mantenimiento: 50 años.

I.2 Datos generales del Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

FRANCISCO JOSÉ ZERMEÑO ALARCÓN

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

No aplica.

I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Calle Cuauhtémoc, Colonia Centro, Localidad el Coacoyul, Municipio de Zihuatanejo de Azueta, Guerrero. C.P. 40882.

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

Nombre Completo: Justo Villa Villa

Registro Federal de Contribuyentes

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto, denominado “CASA ZANKA”, consiste en el desarrollo de dos residencias unifamiliares proyectadas sobre una superficie de 10,074.00 m² de propiedad privada. El predio se localiza en la fracción IV lote 14-A, situada entre la Laguna de Potosí y el Océano Pacífico, en el municipio de Petatlán, estado de Guerrero. El terreno ubicado en Playa Valentín colinda con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y la comunidad de Barra de Potosí, al poniente de la cabecera municipal.

La propuesta se conceptualiza como un modelo de ocupación territorial que prioriza la conservación del ecosistema costero. Para ello, integra infraestructura ligera y elementos bioclimáticos diseñados para adaptarse a la topografía natural y a la vegetación preexistente, con el objetivo primordial de minimizar la fragmentación del hábitat.

El proyecto que se somete a evaluación mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular se desarrolla en colindancia directa con la ZOFEMAT.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como en el artículo 5, **inciso Q** de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, este proyecto se clasifica bajo la categoría de:

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

El proyecto se configura sobre un predio de geometría irregular que presenta una superficie total de 10,074.00 m². La estrategia de integración con el entorno contempla el desplante de dos volumetrías compactas e independientes que se elevan del terreno natural mediante sistemas estructurales de palafitos o dados de concreto, minimizando la remoción de la capa vegetal y garantizando la continuidad del corredor biológico de la fauna silvestre local. Ambas estructuras principales se adaptan armónicamente a las curvas de nivel, proyectando cubiertas inclinadas diseñadas para mimetizarse formalmente con el horizonte y optimizar el confort térmico pasivo.

Cada una de las dos volumetrías habitacionales principales alberga un programa idéntico compuesto por 2 habitaciones máster con vestidor integrado, 3 habitaciones secundarias y un núcleo de áreas sociales comunes. Asimismo, el conjunto arquitectónico se complementa, en una escala menor, con volúmenes exentos destinados a bungalows independientes y bloques de servicios operativos.

Distribución general de la huella de desplante

El programa arquitectónico general está diseñado bajo una estrategia de bajo impacto territorial, ocupando una superficie menor al 20% del lote total. El área restante (superior a los 8,000 m²) se destinará exclusivamente a zonas de conservación y amortiguamiento biológico mediante la preservación de la cobertura vegetal nativa.

El esquema de acceso y zonificación operativa se describe a continuación:

- Zona de transición y accesos: El ingreso al predio se realizará a través de senderos naturales permeables que conectan con un eje de circulación central.
- Franja de servicios centralizados: Con el objetivo de confinar los componentes de soporte técnico e infraestructura básica, se establece una franja de restricción y amortiguamiento dentro de los primeros 15.00 metros del lindero noroeste. En esta sección se ubicarán de forma agrupada la cisterna de almacenamiento de agua potable, las unidades de tratamiento primario de aguas residuales y el transformador eléctrico de distribución.

Sistema de saneamiento e instalaciones hidrosanitarias

Para mitigar el riesgo de infiltración de contaminantes en la unidad hidrogeológica somera, se proyecta un sistema de ciclo cerrado para el manejo de las aguas residuales de tipo doméstico generadas por los muebles sanitarios:

- **Tratamiento primario:** Consistirá en la instalación de Biodigestores prefabricados autolimpiables Rotoplas con una capacidad nominal de 3,000 litros. El dispositivo operará mediante un proceso anaerobio para la remoción de carga orgánica, asegurando que las etapas de estabilización y digestión cumplan con los lineamientos técnicos de instalación, mantenimiento y operación establecidos por los fabricantes y la normatividad federal aplicable.
- **Red de conducción interna:** Las aguas residuales se canalizarán por gravedad mediante tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) de diámetros nominales de 50 mm, 100 mm y 150 mm. Las líneas de drenaje se dispondrán de forma oculta en cepas estabilizadas provistas de camas de arena a nivel de suelo para proteger las tuberías de deformaciones mecánicas en las áreas comunes. Las trayectorias, arrastres, conexiones y pendientes hidráulicas se ejecutarán en estricta concordancia con la memoria de cálculo técnico de la ingeniería hidrosanitaria del proyecto. (*Para mayor detalle ver ficha técnica anexa Biodigestor Plus+).*

Biodigestor *Sistema de coordenadas UTM WGS Z14N*	
Coordenada X	**Coordenada Y**
240432.00 m E	1939737.00 m N

Cuadro 01. Georreferenciación de la Infraestructura de Tratamiento: A fin de facilitar las labores de monitoreo ambiental, inspección técnica y mantenimiento preventivo por parte de las autoridades competentes, se establece la ubicación exacta proyectada para el sistema de tratamiento anaerobio dentro del polígono de "CASA ZANKA".

Módulos de servicios y unidades habitacionales complementarias

Dispuestos de forma lineal en el sector central del lote, se proyecta un conjunto compacto de edificaciones de apoyo operativo de un solo nivel, desglosadas a continuación:

- Bungalow de servicios: Estructura con una huella de desplante de 15.00 x 4.00 m destinada al personal operativo. Integra dos habitaciones independientes vinculadas por un área central para cocina, sala y comedor. Su sistema constructivo empleará cimentación somera, muros de mampostería de block de concreto con acabados aplanados y cubierta plana.
- Módulo de almacenamiento (Bodegas): Bloque de 10.00 x 4.00 m adyacente al área de servicios y separado a una distancia de 2.50 metros; edificado bajo las mismas especificaciones constructivas de block y losa plana.
- Infraestructura de estacionamiento (Cochera): Área techada de 7.50 x 4.00 m con capacidad para 3 vehículos de servicio o particulares. Su diseño contempla dos muros portantes laterales y una superficie de rodamiento permeable compuesta por grava compactada, evitando la impermeabilización del suelo.

- Bungalows independientes: Se proyectan seis (6) volúmenes habitacionales de carácter rústico con dimensiones unitarias de 12.60 x 4.10 m en un solo nivel. Cada módulo consta de una habitación con terraza, estancia, cocineta, clóset, patio interior y baño completo.

Volumetrías habitacionales principales (zona sur)

Hacia el sector meridional del predio, con orientación al Océano Pacífico, se emplazan los dos bloques arquitectónicos principales del programa residencial. El acceso peatonal se realiza a través de senderos rústicos confinados entre vegetación endémica. Las estructuras se proyectan sobre una cota inferior del relieve topográfico, logrando atenuar visualmente más del 50% de su altura total con respecto a la visual del entorno natural, integrando un diseño bioclimático distribuido en dos niveles:

Planta Baja

Estructurada formalmente a partir de dos muros paralelos de contención que se insertan en la topografía natural:

- Eje de circulación: Un corredor principal de 32.00 metros de longitud por 1.40 metros de ancho articula la planta; inicia formalmente en un espejo de agua ubicado al este y remata hacia el sur con una vista franca hacia el frente litoral.

Distribución Espacial:

- Sector oriental: Aloja el núcleo de convivencia social integrado por sala, comedor y cocina en una planta libre de 12.00 x 12.00 m.
- Sector occidental: Ubica el sistema de circulaciones verticales (escaleras), medio baño para visitas y la recámara principal de este nivel (17.00 x 5.00 m), la cual se complementa con clóset tipo walking closet, terraza frontal al mar y baño completo con patio y jardín privado integrado. Frente sur se desplantan la alberca, el asoleadero y la terraza exterior. Estas estructuras se sustentan de forma elevada del suelo natural mediante un sistema de palafitos o dados de concreto armado. Esta separación del terreno natural es una medida de mitigación activa incorporada para permitir el libre tránsito de la fauna silvestre menor y propiciar la regeneración natural de la flora costera en el estrato inferior. Los acabados interiores consistirán en pisos de concreto pulido y paramentos empastados de manera artesanal con materiales de origen local.

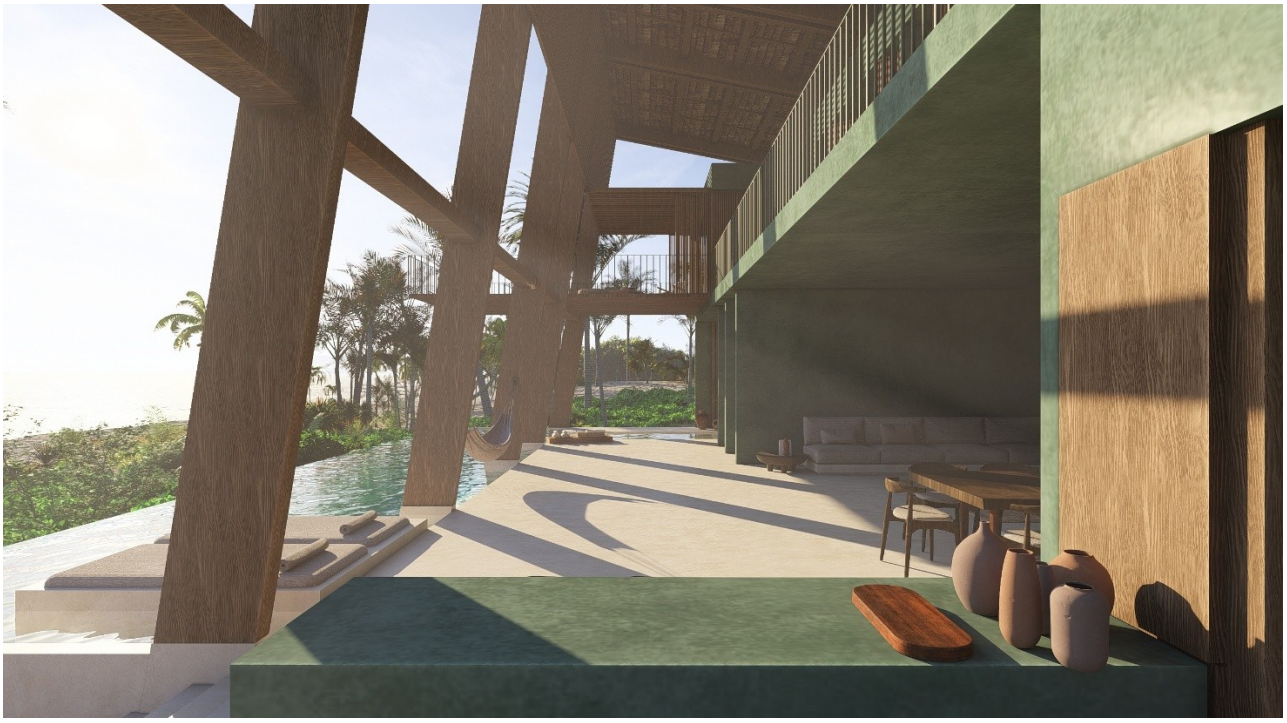


Imagen 01. Representación tridimensional (render) de la fachada interior y área común del proyecto "CASA ZANKA". Se observa la aplicación de criterios de arquitectura bioclimática mediante el uso de techumbres altas y espacios abiertos que priorizan los sistemas de ventilación cruzada natural, minimizando el uso de aire acondicionado y optimizando la eficiencia energética del inmueble.



Imagen 02. El diseño conceptual resalta una planta libre y un esquema de apertura total hacia el horizonte marino, lo cual maximiza el aprovechamiento de la iluminación natural y optimiza las corrientes de los vientos marinos dominantes para la climatización pasiva del inmueble.

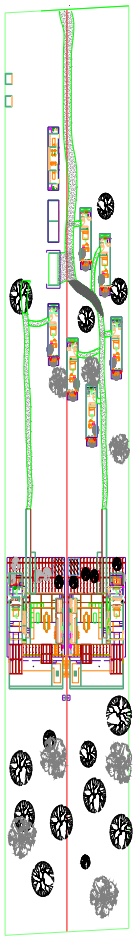
Planta alta

El nivel superior recibe el flujo de circulación vertical a través de una escalera de concreto pulido de 1.20 metros de ancho, distribuyendo los espacios hacia dos sectores definidos:

- Sector oriental habitaciones secundarias: Alberga tres habitaciones independientes de 10.50 x 4.00 m cada una. El diseño interior utiliza plataformas escalonadas o desniveles internos para albergar camas individuales en la sección inferior y camas matrimoniales en la sección superior, optimizando la volumetría utilizable. Cada habitación cuenta con vestidor, baño completo y mamparas o cancelerías plegables de madera. Este mecanismo se establece como un sistema pasivo de disipación de calor, permitiendo una ventilación cruzada continua, lo cual se complementa con una altura de entrepiso variable (desde los 2.40 m hasta los 4.00 m de altura interior) generada por la inclinación de la techumbre hacia el norte, protegiendo las estancias de la radiación solar directa proveniente de la incidencia sur.
- Sector occidental habitación principal superior: Consta de un área habitable de 12.15 x 5.00 m configurada igualmente en desniveles internos, clóset tipo walking closet, baño completo con zona de regadera abierta y una terraza pergolada de 7.00 x 5.00 m en su fachada sur. Esta zona se conecta mediante cancelerías y persianas plegables de madera que funcionan como dispositivos físicos de control solar y protección mecánica ante la acción eólica directa del océano.



Imagen 03. Vista en perspectiva de la volumetría interior y terraza exenta de los bungalows propuestos para el desarrollo "CASA ZANKA", enfatizando el diseño bioclimático de transición abierta y la optimización del microclima local



Plano 01. Plano de conjunto del proyecto "CASA ZANKA". Se muestra la distribución espacial de las volumetrías habitacionales principales, los bungalows exentos y la red de andadores orgánicos. El diseño arquitectónico evidencia un sembrado de bajo impacto, adaptado a la morfología del terreno para garantizar la preservación de la cobertura vegetal existente. **(*Para mayor detalle y referencia del sembrado arquitectónico, consúltese el Plano Anexo correspondiente en el apartado de Anexos Cartográficos*).**

A continuación, se presentan los cuadros resumen que detallan las áreas correspondientes a cada uno de los componentes del proyecto:

Categoría de Uso	Componente / Espacio Arquitectónico	Superficie (m²)
Áreas Privadas	Recámara Máster con Vestidor (Planta Baja)	56.00
	Recámara Máster con Vestidor (Planta Alta)	47.27
	Recámara Secundaria 01	29.61
	Recámara Secundaria 02	26.79
	Recámara Secundaria 03	29.61
	Baño Recámara Principal (Planta Baja)	16.12
	Baño Recámara Principal (Planta Alta)	13.50
	Baño Recámara Secundaria 01	14.37
	Baño Recámara Secundaria 02	14.00
	Baño Recámara Secundaria 03	14.91
Áreas Sociales	Estancia - Comedor	136.40
	Cocina	29.50
	Circulación e Interconexión (Planta Baja)	2.40
	Circulación e Interconexión (Planta Alta)	25.38
	Medio Baño de Visitas	3.17
	Alberca (Porción Techada)	32.90
Servicios	Módulos de Bungalows	152.00
	Cuartos de Máquinas e Infraestructura	14.00
SUBTOTAL	**TOTAL CONSTRUIDO TECHADO**	**654.92**

Tabla 01. Desglose detallado de superficie construida techada

Clasificación de Espacio	Componente Específico	Superficie (m²)
Doble Altura	Área de Tina Recámara Principal (Planta Baja)	15.50
	Alberca (Porción Descubierta)	98.20
	Espejo de Agua Decorativo	12.46
	Circulaciones Exteriores	21.46
	Área Verde Intercalada	148.00
	Zona de Asador / Convivencia	12.60
Subtotal	*Subtotal Doble Altura*	*308.22*
Terrazas	Área de Trampolines / Plataformas	49.50
Subtotal	*Subtotal Terrazas*	*49.50*
Espacios Abiertos	Escalinata de Acceso y Transición	6.40
	Pasillo de Distribución Exterior	18.44
Subtotal	*Subtotal Exteriores Abiertos*	*24.84*

Tabla 02. Desglose de superficies de doble altura y exteriores abiertos

Concepto Estructural	Superficie Total (m²)
Total Construido Techado (Tabla 1)	654.92
Total Áreas de Doble Altura (Tabla 2)	308.22
Total Terrazas (Tabla 2)	49.50
Total Exteriores Abiertos (Tabla 2)	24.84
TOTAL DE HUELLA DE OCUPACIÓN (Desplante)	**1,037.48**
ÁREA DE CONSERVACIÓN / VEGETACIÓN AMORTIGUADORA	**9,036.52**
SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO (Escritura)	**10,074.00**

Tabla 03. Balance consolidado y resumen del terreno.

II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

Coordenadas.

Estado de Guerrero. El Estado de Guerrero se localiza en la zona de coordenadas meridional de la República Mexicana, sobre el océano Pacífico y se ubica entre los 16°18´ y 18°48´ de latitud Norte y los 98°03´ y 102°12´ de longitud Oeste. Limita al Norte con los estados de México (216 km) y Morelos (88 km), al Noroeste con el estado de Michoacán (424 km), al Noreste con el estado de

Puebla (128 km), al Este con el estado de Oaxaca (241 km) y al Sur con el océano Pacífico) (500 km).

Petatlán. El Municipio de Petatlán se localiza en la costa del este-suroeste del estado de Guerrero, en la región geo-económica de Costa Grande y en las coordenadas geográficas 17°18´ y 17°57´ de latitud norte y 100°53´y 101°30´ de longitud oeste. Su superficie territorial es de 2,071.7 km² equivalentes a un 3.25% de la superficie total de la entidad.

Proyecto. El proyecto se desarrollará formalmente en el Lote 14-A, Fracción IV, dentro de la localidad costera de Barra de Potosí, en el municipio de Petatlán, Guerrero. El centroide del predio se georreferencia bajo el Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84) mediante las siguientes coordenadas geográficas de precisión: Latitud Norte: 17°31'39.80" N y Longitud Oeste: 101°26'42.72" O

Conectividad y ejes viales de acceso

El sitio cuenta con dos vias principales de comunicación terrestre, las cuales garantizan la accesibilidad logística y de suministros tanto para la etapa de preparación del sitio y construcción como para la posterior operación del desarrollo casa de descanso:

- Acceso Los Achotes - Barra de Potosí: vía de interconexión con la Carretera Federal 200 Acapulco - Zihuatanejo. El acceso inicia en el entronque del poblado Los Achotes, desde donde se despliega un camino pavimentado que conduce directamente al predio en la zona de Barra de Potosí. Esta ruta representa el flujo logístico prioritario para el traslado de materiales y servicios desde los centros urbanos más cercanos.
- Acceso San Jeronimito: vincula el predio con la localidad de San Jeronimito. Esta vía refuerza la comunicación terrestre del proyecto con los núcleos de población colindantes, facilitando el libre tránsito, el suministro de mano de obra local y la integración regional.

Ambas vías generales de comunicación confieren al predio un carácter estratégico para el desplante y operación del proyecto de giro turístico y de esparcimiento "CASA ZANKA", asegurando una adecuada articulación urbana y rural sin comprometer la continuidad ecológica de los sistemas naturales circundantes.



Imagen 04. Como se muestra en la imagen el proyecto se llevará a cabo en la zona estratégica para el desarrollo turístico acorde a lo dispuesto en los Planes y Programas de desarrollo Urbano Municipal y Estatal.

Ubicación del proyecto bajo el Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 14 N

CASA ZANKA LOTE 14-A FRACCION IV						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	1,939,764.1950	240,439.6150
1	2	S 70°38'45.10" E	46.00	2	1,939,748.9410	240,483.0420
2	3	S 20°53'10.75" W	219.00	3	1,939,544.1580	240,404.8990
3	4	N 70°22'58.77" W	46.00	4	1,939,559.3760	240,362.2020
4	1	N 20°42'16.17" E	219.00	1	1,939,764.1950	240,439.6150
SUPERFICIE = 10,074.00 m2						

Cuadro 02. Cuadro de construcción, Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 14 .

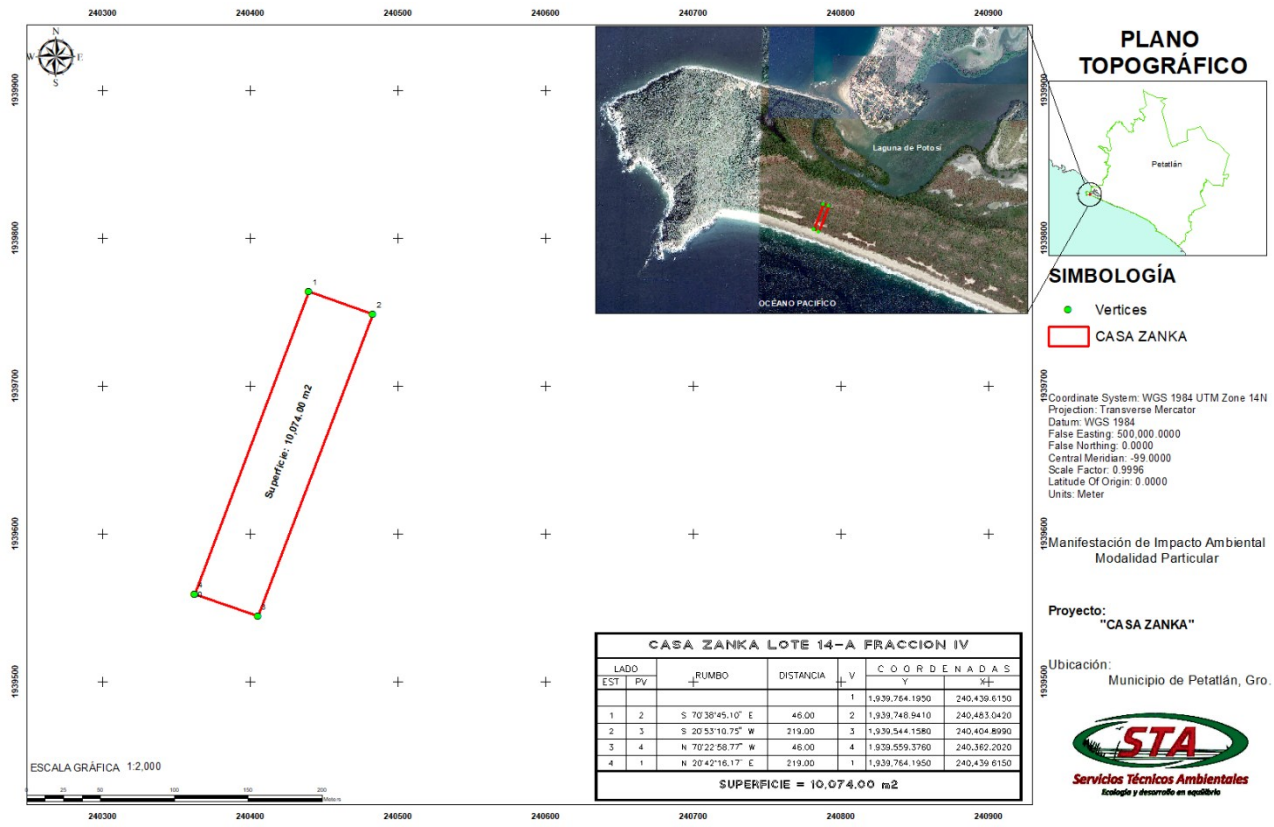


Imagen 05. Muestra la Ubicación del proyecto bajo el Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 14. Para mayor referencia ver Anexos.

Las colindancias que guarda el área sobre la que se pretende llevar a cabo el proyecto son:

Punto	Colindancia
Norte	En una línea recta de 46.00 metros, colinda directamente con Calle en proyecto y el lote 14.
Sur	En una línea recta de 46.00 metros, colinda de manera directa con la delimitación de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) vinculada al Océano Pacífico.
Este	En una línea recta de 219.00 metros, colinda con el lote 13, propiedad del señor Fernando Anaya Beraza.
Oeste	En una línea recta de 219.00 metros, colinda formalmente con el Lote número 14.

Cuadro 03. Colindancias del predio.

II.1.3 Inversión requerida

Importe total de inversión para el proyecto.

La inversión aproximada para la ejecución integral del proyecto denominado “CASA ZANKA” se estima en $6,000,000.00 M.N (Seis millones de pesos 00/100 M.N.). Con el fin de asegurar el

cumplimiento normativo ante las autoridades federales, estatales y municipales, el Promovente incorpora las partidas ambientales como un componente estratégico y transversal. En concordancia con los costos paramétricos para proyectos de desarrollo residencial de bajo impacto ecológico, se ha destinado un 5.0% del presupuesto total del proyecto exclusivamente para el rubro y la gestión ambiental, lo cual equivale a un monto de $300,000.00 M.N. Este capital destinado a la protección ambiental se aplicará para sufragar el trámite de licencias, concesiones, la aplicación de programas de rescate y reubicación de flora y fauna, medidas preventivas, y actividades de protección y mitigación ambiental aplicables durante las distintas etapas que contempla el proyecto.

A continuación, se presenta el desglose estructurado de los conceptos de inversión estimados para la materialización de "CASA ZANKA":

Conceptos	Descripción	Porcentaje (%)	Importe (M.N.)
Fase preliminar y estudios técnicos	*Diseño arquitectónico, levantamiento topográfico, estudios mecánicos de suelo, ingeniería ambiental inicial.*	5.0%	$300,000.00
Gestión legal y trámites iniciales	*Licencias de construcción, alineamientos, números oficiales, factibilidades de servicios y autorizaciones locales.*	3.5%	$210,000.00
Rubro y gestión ambiental	*Elaboración de estudios, pago de derechos por concesiones), programas de rescate, reubicación de flora y fauna, compensación forestal, y medidas de mitigación en sitio.*	**5.0%**	**$300,000.00**
Preparación del sitio y obra civil	*Limpieza selectiva manual, cimentaciones mediante dados/palafitos, estructuras principales de las dos volumetrías habitacionales.*	49.0%	$2,940,000.00
Instalaciones Hidro-Sanitarias, ecotecnologías y acabados	*Sistemas de tratamiento de aguas residuales, captación pluvial, paneles solares, redes interiores y acabados mimetizados.*	23.5%	$1,410,000.00
Obras Complementarias y urbanización de bajo impacto	*Construcción de bungalows exentos, andadores orgánicos suspendidos y bloques de servicios operativos.*	14.0%	$840,000.00
	TOTAL, DE INVERSIÓN REQUERIDA	**100.0%**	**$6,000,000.00**

Tabla 04. Estimación directa del promovente y memoria de cálculo presupuestal del proyecto arquitectónico "CASA ZANKA".

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio destinado al desarrollo del proyecto "CASA ZANKA" se localiza en una región periférica costera que dispone de una red de infraestructura vial y de servicios básicos establecidos. Esta condición facilita la integración de las actividades proyectadas sin requerir obras de urbanización exterior de gran impacto reduciendo significativamente la alteración física del paisaje y evitando presiones adicionales sobre la capacidad de los servicios públicos de los asentamientos colindantes.

Vías de acceso y conectividad regional

El esquema de conectividad terrestre del proyecto se fundamenta en el aprovechamiento de la infraestructura preexistente en la región:

- **Eje conector macro**: El polígono del proyecto se articula con la Carretera Federal 200 (Lázaro Cárdenas - Acapulco), vía general de comunicación consolidada y pavimentada que garantiza el tránsito continuo durante todo el ciclo anual para el transporte logístico de insumos, materiales de construcción, maquinaria ligera y personal técnico.

Vía de acceso local: La interconexión específica hacia el predio se realiza mediante la desviación de la Carretera Federal 200 a la altura de la localidad de Los Achotes, continuando por la ruta secundaria pavimentada que se dirige rumbo a la franja costera de Barra de Potosí. El sitio del proyecto se ubica de manera inmediata al sur de la laguna de Barra de Potosí y frente a la línea litoral.

Debido a que las vías terrestres de acceso ya se encuentran habilitadas y en operación, no se contempla la apertura, desmonte o despalme de caminos de acceso permanentes en el exterior del predio. Las acciones viales se limitarán estrictamente al diseño arquitectónico interior mediante andadores orgánicos y senderos permeables o elevados, evitando la fragmentación de la vegetación y los ecosistemas aledaños.

Resalta la proximidad con el Aeropuerto Internacional de Zihuatanejo situado al norte del polígono, lo que confiere una ventaja logística en conectividad y accesibilidad de servicios de transporte para la fase operativa del conjunto.

Disponibilidad de servicios básicos y estrategias de autosuficiencia

A fin de asegurar la compatibilidad ambiental del proyecto y garantizar que la demanda de recursos no vulnere la disponibilidad de estos para las comunidades circundantes, se proponen soluciones de bajo impacto y esquemas de autosuficiencia técnica in situ:

- **Energía eléctrica y eficiencia energética:** Con el objetivo de minimizar la huella de carbono del desarrollo, el diseño arquitectónico de "CASA ZANKA" priorizará la autosuficiencia energética. Para ello, el proyecto integrará de forma complementaria sistemas de generación fotovoltaica paneles solares acoplados estratégicamente al diseño de las cubiertas inclinadas de las volumetrías.
  Aprovechamiento bioclimático: Esta disposición geométrica optimizará la captación de radiación solar incidente en la región litoral sin alterar el entorno visual.
  Interconexión y respaldo: La energía limpia generada por las celdas solares se complementará mediante una acometida técnica a la red de distribución de baja tensión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) bajo la modalidad de contrato de interconexión para sistemas de generación limpia (net metering). Esto garantizará el suministro continuo durante periodos de alta demanda o baja radiación, operando como un sistema híbrido eficiente que no compromete la estabilidad energética de las comunidades aledañas.
- **Abasto de agua potable:** Debido a las condiciones particulares de localización del predio y con la finalidad de no generar presiones ni sobrecargar la red de distribución hidráulica municipal de las comunidades costeras colindantes, el abastecimiento de agua dulce para los servicios básicos de higiene y consumo humano durante las fases de construcción y operación se realizará de manera autónoma mediante el acarreo en camiones cisterna (pipas) de proveedores locales autorizados.

Infraestructura de almacenamiento: El recurso hídrico recibido será descargado y resguardado en una cisterna de almacenamiento principal con capacidad calculada para garantizar la autonomía operativa del conjunto, equipada con sistemas de bombeo y filtrado básico.

Estrategia de optimización: En congruencia con los lineamientos de sustentabilidad del proyecto, el consumo de agua acarreada se optimizará mediante la implementación paralela de un sistema técnico de captación, conducción y filtrado de agua pluvial aprovechable en servicios secundarios (como el llenado de descargas sanitarias y mantenimiento de ecotecnologías), disminuyendo sustancialmente la frecuencia del suministro por pipas y mitigando el impacto logístico vehicular en las vías de acceso locales.

Telecomunicaciones: La zona de influencia cuenta con cobertura de redes de telefonía móvil comercial con tecnología celular para transmisión de voz y datos, así como acceso periférico a redes de fibra óptica. El proyecto se enlazará a los servicios disponibles sin requerir la edificación de infraestructura vertical o antenas de transmisión dentro del polígono.

Manejo y saneamiento de aguas residuales (biodigestor tecnológico): Bajo un estricto criterio de protección ambiental para la conservación del manto acuífero y los cuerpos de agua adyacentes, el proyecto descarta por completo la descarga de aguas residuales crudas en el terreno o cuerpos receptores. En su lugar, se optará por la autosuficiencia técnica mediante la instalación de un sistema de tratamiento in situ basado en un biodigestor autolimpiable con capacidad de 3,000 litros. Este dispositivo tecnológico operará mediante un proceso anaeróbico avanzado que degrada la materia orgánica de las aguas negras y grises domésticas, permitiendo obtener un efluente tratado óptimo para su posterior infiltración segura o reutilización exclusiva en el riego de las áreas verdes de conservación. El sistema operará bajo los lineamientos y especificaciones técnicas que aseguren el cumplimiento de la normatividad federal en materia de descargas de agua (NOM-001-SEMARNAT-2021).

Servicios complementarios y gestión urbana

La operación diaria del conjunto contará con un esquema coordinado de manejo de servicios públicos y de atención a contingencias:

Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos: El manejo de los RSU generados durante todas las fases se apegará a un plan interno de separación, almacenamiento temporal y valorización de subproductos reciclables. La disposición final de la fracción no valorizable se canalizará a través del servicio público de limpia del municipio, depositándolos exclusivamente en los sitios de confinamiento oficialmente autorizados. Para los residuos de manejo especial derivados de la construcción, se contratarán transportistas debidamente registrados ante la autoridad ambiental estatal.

Seguridad, Protección Civil y Emergencias: El área del proyecto se localiza dentro del radio de cobertura operativa de los cuerpos de seguridad pública, unidades de bomberos y centros de atención médica de emergencias localizados en los centros urbanos de San Jeronimito, Petatlán y Zihuatanejo. Esto asegura tiempos de respuesta rápidos ante eventualidades. Complementariamente, el desarrollo dispondrá de un Plan de Atención a Contingencias interno, equipando las áreas operativas, bungalows y volumetrías principales con sistemas de extinción portátiles y señalizaciones de seguridad conforme a la normatividad de Protección Civil.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa de trabajo

Etapas	Conceptos	Periodo de ejecución (Meses)																								Años		
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	3	4	5
Preliminares y diseño	Tramites, licencias y permisos																											
	Estimaciones socioeconómicas																											
	Diseño esquemático y boceto																											
	Autorizaciones ambientales																											
Preparación del sitio y construcción	Delimitación del sitio																											
	Limpieza y nivelación del terreno																											
	Implantación de la estructura																											
	Andadores internos																											
	Alberca y casas																											
	Instalación de señalamientos																											
	Áreas verdes																											
Seguimiento y operación	Pintura y acabados																											
	Vigilancia ambiental																											
	Instalación Hidrosanitaria																											
	Instalación de red eléctrica																											
	Limpieza general del proyecto																											
	Mantenimiento																											

II.2.2 Representación gráfica local

La configuración espacial de "CASA ZANKA" se fundamenta en un modelo de arquitectura fragmentada, diseñado específicamente para minimizar el sellado del suelo y garantizar la continuidad de los procesos ecológicos. El proyecto se configura sobre un predio de geometría irregular que presenta una superficie total de 10,074.00 m². La estrategia de integración con el entorno contempla el desplante de volumetrías compactas e independientes que se elevan del terreno natural mediante sistemas estructurales de palafitos o dados de concreto, minimizando la remoción de la capa vegetal y garantizando la continuidad del corredor biológico de la fauna silvestre local. Ambas estructuras principales se adaptan armónicamente a las curvas de nivel, proyectando cubiertas inclinadas diseñadas para mimetizarse formalmente con el horizonte y optimizar el confort térmico pasivo.

A continuación, se describen de manera detallada las áreas operativas, habitacionales, de infraestructura y de conservación observables en el plano de conjunto siguiendo un desarrollo analítico de extremo a extremo del polígono:

Módulos de servicios operativos e infraestructura autónoma

En el acceso principal al predio, diseñado de forma orgánica para mitigar el impacto visual y vial, se concentran los componentes que confieren autosuficiencia técnica al conjunto:

- **Bloque de servicios operativos:** Estructura exenta de escala menor destinada al control de acceso, mantenimiento y administración general del proyecto.
- **Área de almacenamiento hídrico:** Zona dispuesta para el emplazamiento de la cisterna principal de almacenamiento, dimensionada para recibir el recurso hídrico proveniente del abasto externo mediante camiones cisterna (pipas), garantizando la viabilidad sanitaria bajo los criterios de la NOM-127-SSA1-2021.
- **Infraestructura de saneamiento (biodigestor)**: Localización estratégica del sistema de tratamiento in situ consistente en un biodigestor con capacidad de 3,000 litros. Este módulo recibe las descargas de la red sanitaria interior para su degradación anaeróbica avanzada, asegurando el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y la política de descarga cero a cuerpos receptores externos.

Zona de Bungalows independientes

Siguiendo la trayectoria de los senderos curvos y permeables que evitan el sellado del suelo, se distribuye el primer núcleo habitacional de baja densidad:

- **Bungalows:** Se identifican 6 módulos habitacionales independientes de escala menor. Cada volumen se encuentra orientado de forma semi-dispersa para respetar el arbolado nativo existente, aprovechando la topografía natural y garantizando la privacidad e integración paisajística con el entorno.

Volumetrías habitacionales principales

El núcleo central del programa arquitectónico está integrado por dos volumetrías de gran escala dispuestas de manera paralela respecto al eje virtual del predio:

- **Programa arquitectónico:** Cada una de las dos volumetrías principales alberga un programa idéntico compuesto por 2 habitaciones máster con vestidor integrado, 3

habitaciones secundarias y un núcleo central de áreas sociales comunes (estancia, comedor y terrazas abiertas).

- **Ecotecnología fotovoltaica:** Las cubiertas inclinadas de ambas estructuras principales fungen como soporte técnico para la integración de los sistemas de generación fotovoltaica (paneles solares), consolidando el sistema híbrido de energía limpia en interacción con la acometida de la red de baja tensión de la CFE.

Área de conservación ecológica y amortiguamiento

- Corredor Biológico: El tercio final del polígono se destina por completo a la conservación de la masa forestal nativa. Esta zona libre de desplante edificado actúa como un área de amortiguamiento natural y garantiza la continuidad del corredor biológico para la fauna silvestre local, vinculándose directamente con el entorno ambiental de la laguna de Barra de Potosí observable en la cartografía regional.



Imagen 06. Refiere la representación gráfica del plano de conjunto y su distribución al interior del lote 14-A (Para mayor detalle en su distribución, dimensiones y escala, ver planos impresos y digitalizados anexos).

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción

Debido a que la preparación del sitio constituye la fase operativa inicial de "CASA ZANKA", esta etapa permite al Promovente implementar de manera oportuna medidas preventivas de carácter ambiental enfocadas en la conservación de los componentes ecológicos del predio. El objetivo primordial es ejecutar programas de rescate, ahuyentamiento y protección que minimicen los

impactos negativos potenciales sobre los recursos bióticos derivados de las actividades de obra civil.

- **Acciones previas y prospección ambiental:** Antes del inicio de cualquier actividad de desmonte o remoción de suelo, el responsable Técnico Ambiental coordinará una evaluación en sitio mediante muestreos florísticos y de fauna. Esta prospección identificará la presencia de ejemplares silvestres característicos del ecosistema de duna costera, poniendo especial énfasis en aquellas especies que, por su estatus de conservación, se encuentren listadas bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Programa de rescate y reubicación: En caso de registrarse ejemplares sujetos a dicha norma durante los trabajos de campo, se procederá inmediatamente a la ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, atendiendo las particularidades biológicas y las técnicas de trasplante o manejo necesarias para asegurar altas tasas de sobrevivencia.

Diagnóstico de la cobertura vegetal y perturbación: El predio del proyecto "CASA ZANKA" alberga exclusivamente comunidades vegetales nativas de la región, distribuidas en una matriz densa de vegetación secundaria arbustiva de duna costera en la mayor parte de su superficie interna, la cual hace transición hacia una zona litoral de dunas costeras bajas en su límite sur. Este sector costero está constituido por un estrato herbáceo y rastrero especializado, con una notable dominancia de gramíneas halófilas (*Distichlis spicata y Waltheria indica*) responsables de la estabilización mecánica del sustrato arenoso.

Con el objetivo de mitigar el impacto por pérdida de hábitat y evitar la mortalidad incidental de la fauna silvestre local que emplea esta cobertura como refugio, forrajeo y anidación, la fase de preparación del sitio se ejecutará bajo criterios estrictos de urbanismo adaptativo, mediante el siguiente protocolo operativo-ambiental secuencial:

1. Prospección biótica de microáreas: **Previo al desmonte**. Se realizará una inspección minuciosa a pie (barrido en franjas) por parte de personal capacitado para detectar nidos activos en el dosel, oquedades en troncos maduros o madrigueras terrestres que alberguen ejemplares de baja movilidad, con especial énfasis en la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).

2.Delimitación de elementos críticos: **Fase de balizamiento**. Cualquier nido o madriguera activa detectada será señalizada temporalmente, suspendiendo las actividades en un radio de protección inmediata hasta que se concrete la emergencia de crías o la reubicación exitosa de los adultos mediante los protocolos autorizados.

3.Remoción paulatina y manual: **Fase de ejecución selectiva.** El desmonte se ejecutará de forma gradual utilizando herramientas manuales y maquinaria ligera exclusivamente en las microáreas de desplante arquitectónico, minimizando las emisiones acústicas y la generación de vibraciones en el subsuelo.

4.Desplazamiento Direccional Controlado: **Fase de ahuyentamiento**. La remoción de la cobertura se realizará de forma estrictamente unidireccional (avanzando de norte a sur). Esta técnica operativa propiciará un gradiente de perturbación controlado que forzará de manera segura el ahuyentamiento oportuno y el desplazamiento natural de la fauna hacia los linderos libres de conservación perimetral y la zona de amortiguamiento de la Laguna de Potosí.

Este enfoque metodológico transforma una actividad civil de desmonte convencional en un proceso de transición ecológica guiada, asegurando que el proyecto actúe en estricta concordancia con la conservación de la biodiversidad local y mantenga la conectividad del ecotono costero de Barra de Potosí.

Movimiento de tierras y control de sedimentos: Una vez concluidas las medidas de rescate fitosanitario, se procederá al uso de equipo mecánico retroexcavadora para las tareas de nivelación fina y excavación puntual de cepas para dados de concreto. Durante estas actividades, el Promovente implementará barreras perimetrales físicas de retención de sedimentos mallas antiazolve. Esta medida es prioritaria para contener el arrastre de material terrígeno por escorrentía pluvial hacia las zonas bajas, salvaguardando las condiciones dinámicas del litoral costero y el medio marino adyacente.

El proyecto se despliega sobre una superficie total de 10,074.00 m². Las actividades constructivas principales comprenden la cimentación puntual, el montaje de estructuras elevadas palafitos, edificación de volumetrías fragmentadas, andadores permeables y obras complementarias de servicios. Debido a la naturaleza de estas intervenciones, se reconoce a esta etapa como la de mayor incidencia temporal sobre los factores suelo y agua del sitio.

Obras permanentes y asociadas de bajo impacto

En estricta concordancia con la estrategia arquitectónica, las obras se diseñaron bajo un esquema de volúmenes fragmentados y arquitectura bioclimática de bajo impacto que respeta la topografía natural del terreno. El conjunto se divide de la siguiente manera:

Módulos de servicios e infraestructura autónoma: Ubicados estratégicamente en el extremo zona de acceso para centralizar la logística interna sin interferir con las áreas de playa. Integra la administración, control, cuartos de máquinas, la cisterna de almacenamiento hídrico y el sistema de saneamiento ecológico.

Módulos habitacionales y áreas de convivencia: Compuestos por 6 bungalows exentos y 2 volumetrías principales fragmentadas vinculadas por andadores permeables y circulaciones abiertas, lo que permite una permeabilidad del 100% para vientos dominantes y reduce significativamente la huella térmica del conjunto. Las cubiertas inclinadas de las volumetrías principales se integran técnicamente con paneles fotovoltaicos para el sistema híbrido de energía limpia.

Preservación litoral: En la zona colindante con la franja costera de Barra de Potosí, se proyecta el desplante de infraestructura ligera suspendida sobre pilotes que garantizan la permeabilidad del suelo y permiten el paso libre de la fauna pequeña, así como la infiltración pluvial natural hacia el acuífero, mimetizándose con el entorno costero regional.

Para mayor referencia respecto al desplante de las obras permanentes y asociadas que comprenden el Proyecto, véase el Plano de Conjunto correspondiente.

Tecnologías utilizadas

Todas las obras civiles descritas se edificarán sobre tierra firme dentro del polígono de propiedad privada. Para ello se emplearán las mejores técnicas de construcción de bajo impacto edáfico, la selección estricta de materiales regionales y el apoyo de especialistas en ingeniería ambiental tendientes a la optimización de recursos y la minimización de impactos al entorno costero.

Insumo	Abasto / Origen	Cantidad	Unidad de Medida
Madera para cimbra (4 usos)	Local / Regional	320	m2
Varilla 3/8"	Local	4	Ton
Varilla 1/2"	Local	1	Ton
Alambre recocido	Local	1,500	Kg
Alambrón	Local	500	Kg
Clavo varias medidas	Local	100	Kg
Cemento Portland	Local	44	Ton

Arena (Agregado fino)	Local (Banco autorizado)	80	m3
Grava (Agregado grueso)	Local (Banco autorizado)	100	m3
Tabique / Bloque	Local	11	Millar
Panel de yeso / Tabla roca	Local	50	Pza

Tabla 05. Insumos requeridos para la ejecución del Proyecto

Etapa del Proyecto	Tipo de Agua	Fuente de Abasto	Cantidad	Unidad de Medida	Criterio de Sustentabilidad
Preparación del Sitio	Potable / Sanitaria	Camión Cisterna (Pipa Local)	8	m3	Cumplimiento estricto de la **NOM-127-SSA1-2021** y optimización de caudales.
Construcción	Potable / Obra	Camión Cisterna (Pipa Local)	200	m3	Almacenamiento en cisterna central equipada con filtros.
Operación y Mantenimiento	Potable / Servicios	Camión Cisterna (Pipa Local)	10	m3	Reducción de la demanda mediante sistema acoplado de captación pluvial.

Tabla 06. Requerimiento de agua

Combustible / Fluido	Abasto / Origen	Cantidad	Unidad de Medida	Aplicación Técnica
Gasolina para maquinaria ligera	Local	120	Litros	Operación de revolvedoras y herramientas menores.
Diésel	Local	90	Litros	Operación de retroexcavadora (Fase inicial).
Aceite hidráulico / motor	Local	30	Litros	Mantenimiento preventivo de maquinaria.
Aceite especializado CW-40	Local	5	Litros	Lubricación de equipo menor de corte y perforación.

Tabla 07. Requerimiento de combustible

Maquinaria y Equipo	Abasto	Uso Específico	Cantidad	Unidad de Medida
Retroexcavadora	Local	Excavación de cepas para dados de concreto	30	Horas / Efectivas
Revolvedora de concreto	Local	Elaboración de mezclas estructurales *in situ*	350	Horas / Efectivas
Herramientas menores (Taladro, pulidora)	Local	Habilitado de acabados, madera y estructuras	10	Horas / Efectivas

Tabla 08. Requerimiento de maquinaria y equipo

Etapa Operativa	Categoría del Personal	Cantidad	Régimen de Empleo	Sitio de Labor / Frente de Trabajo
	Coordinador de Obra	1	Temporal	Campo y Oficina de Control
	Responsable Técnico Ambiental	1	Temporal	Frentes de Trabajo y Monitoreo
	Ingeniero Residente de Obra	1	Temporal	Campo y Supervisión Técnica
	Coordinador de Logística y Materiales	1	Temporal	Área de Almacén e Infraestructura
	Ingeniero Topógrafo	1	Temporal	Levantamiento y Verificación de Niveles
	Ayudante de Topografía	1	Temporal	Auxiliar de Campo
	Oficial Albañil	2	Temporal	Estructuras y Obra Civil

Preparación y Construcción	Ayudante de Albañilería	4	Temporal	Apoyo General en Frentes
	Oficial Carpintero	1	Temporal	Habilitado de Cimbras y Estructuras
	Ayudante de Carpintería	1	Temporal	Auxiliar de Taller de Madera
	Oficial Electricista	1	Temporal	Red de Baja Tensión y Sistema Fotovoltaico
	Ayudante de Electricidad	1	Temporal	Auxiliar de Instalaciones
	Oficial Plomero	1	Temporal	Red Hidráulica y Conexión a Biodigestor
	Ayudante de Plomería	1	Temporal	Auxiliar de Redes Sanitarias
	Operador de Maquinaria Pesada	1	Temporal	Operación de Retroexcavadora
	Operador de Camión de Volteo	1	Temporal	Retiro de Residuos de Construcción
	Ayudante General	1	Temporal	Limpieza y Orden de Frentes
	Velador / Personal de Seguridad	1	Temporal	Vigilancia Perimetral Nocturna

Tabla 09. Requerimiento de personal

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

Esta etapa dará inicio formal al concluir la fase constructiva, previa recepción de la obra civil y tras la verificación de la operatividad de todos los sistemas e instalaciones electromecánicas e hidrosanitarias. El mantenimiento se define bajo un esquema preventivo y correctivo, diseñado con el objetivo de garantizar la funcionalidad a largo plazo del inmueble y la preservación de los servicios ambientales y el equilibrio ecológico del sitio.

A. Gestión de capital humano e impacto socioeconómico

Como parte de los compromisos de responsabilidad social y vinculación comunitaria del proyecto, se dará prioridad a la contratación de personal originario de la región (Barra de Potosí y localidades circundantes) para cubrir las plazas de jardinería, vigilancia perimetral, mantenimiento técnico y servicios de limpieza. Esta estrategia asegura que el proyecto actúe como un motor de beneficio socioeconómico local, generando empleos permanentes que impulsen la economía de la zona.

B. Programa de mantenimiento por componentes ambientales e infraestructura

Gestión de áreas verdes y conservación: El mantenimiento de los cuadros vegetativos y zonas de amortiguamiento se ejecutará de forma calendarizada. Queda estrictamente prohibido el uso de herbicidas químicos, pesticidas sintéticos o defoliantes; en su lugar, se promoverá exclusivamente el uso de fertilizantes orgánicos, biocontroladores ecológicos y técnicas de composteo in situ para el aprovechamiento de los residuos de poda. El objetivo primordial es salvaguardar la fitosanidad del estrato nativo (arbustivo y de dunas costeras) sin alterar las propiedades fisicoquímicas o la tasa de infiltración del suelo arenoso.

Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Biodigestor: Con el fin de evitar la contaminación del acuífero somero y garantizar descargas que cumplan con los límites máximos permisibles de la normativa federal vigente, se implementará un programa estricto de supervisión mensual para el sistema de biodigestión anaerobia. Este incluirá la verificación de la estanqueidad de las cámaras, la adición programada de activadores bacterianos (enzimas) para optimizar la degradación de la materia orgánica y la extracción periódica de lodos estabilizados mediante prestadores de servicios

autorizados por la autoridad competente, prohibiendo cualquier tipo de infiltración cruda al subsuelo costero.

Mantenimiento de la Infraestructura Civil: Se llevará a cabo una revisión estructural e integral anual de la edificación para evaluar los efectos de la corrosión marina y el intemperismo. Para las labores periódicas de recubrimiento, pintura y acabados, se utilizarán de manera preferente materiales de baja toxicidad y pinturas con base agua libres de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), previniendo la dispersión eólica de contaminantes hacia la franja litoral y el cuerpo lagunar colindante.

Gestión de limpieza y Residuos Sólidos Urbanos: Se establecerá un programa diario de recolección, segregación y valorización de residuos desde la fuente generadora, clasificándolos en orgánicos, inorgánicos reciclables (PET, aluminio, cartón) y no reciclables. Los contenedores de almacenamiento temporal estarán herméticamente sellados, debidamente señalizados y ubicados en un área techada y protegida; esto evitará la dispersión de desechos por la acción del viento marino o la intrusión de fauna silvestre local, asegurando su posterior entrega al servicio de recolección municipal.

II.2.5 Etapa de abandono del sitio

Por la naturaleza jurídica, civil y el uso de suelo asignado al proyecto "CASA ZANKA", el cual está proyectado para operar de forma permanente como una obra de infraestructura residencial/unifamiliar de bajo impacto, no se contempla una etapa de abandono del sitio dentro de su ciclo de vida útil.

En caso de que en un futuro a largo plazo se determinara el cese definitivo de las actividades habitacionales o la modificación total del inmueble, el promovente se sujetará estrictamente a las disposiciones de la legislación ambiental federal, estatal y municipal vigentes en ese momento. Esto incluirá la formulación de un programa específico de desmantelamiento, la demolición controlada de la infraestructura, la restauración de la topografía original del terreno y la recuperación integral de las áreas de dunas costeras y cobertura arbustiva nativa mediante programas selectivos de reforestación.

II.2.6 Utilización de explosivos

Para el desarrollo de las actividades correspondientes a las etapas de preparación del sitio, excavación de cimientos, construcción de la obra civil y operación del proyecto, no se pretende ni se requerirá bajo ninguna circunstancia el uso de explosivos u otras sustancias de alta detonación o peligrosidad reguladas por la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.

Debido a que el sustrato del predio está constituido principalmente por sedimentos arenosos sueltos y formaciones de suelo blando de transición litoral, los trabajos de excavación y nivelación se ejecutarán exclusivamente mediante métodos mecánicos convencionales (maquinaria ligera y retroexcavadora en su fase inicial) y herramientas manuales. Esto garantiza la total mitigación de vibraciones mecánicas u ondas expansivas que pudieran alterar la estabilidad estructural de las dunas costeras, la dinámica del acuífero somero o inducir perturbaciones acústicas severas en las poblaciones de fauna silvestre asociadas a la colindancia de la laguna de Barra de Potosí.

II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

En este apartado se evalúan las corrientes de residuos y emisiones que se prevé generar durante las diferentes etapas del proyecto "CASA ZANKA", detallando los esquemas operativos de control, mitigación y disposición final en estricto cumplimiento del marco normativo ambiental.

A) Etapa de Preparación del Sitio

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones durante esta fase serán de carácter temporal y difuso, constituidas principalmente por partículas suspendidas (polvo) y gases de combustión (CO_2, No_x) generados por la operación de la retroexcavadora y el movimiento de tierras. Debido a que las actividades se realizarán en espacios completamente abiertos, los vientos dominantes de la zona litoral facilitarán la dispersión de los gases. Para mitigar y disminuir drásticamente la emisión de polvos fugitivos hacia el entorno costero, se implementará un programa continuo de humectación con agua de obra en las áreas de remoción y caminos internos.

Aguas residuales

Durante esta fase no se generarán aguas residuales en el subsuelo del predio. Para cubrir las necesidades del personal (plantilla de hasta 15 trabajadores), se instalarán sanitarios portátiles a razón de un mínimo de 1 unidad por cada 10 trabajadores. Estos equipos contarán con un programa estricto de limpieza, succión y disposición de excretas gestionado a través de una empresa especializada certificada, prohibiendo de forma absoluta cualquier descarga o letrina a cielo abierto en el suelo arenoso.

Residuos sólidos domésticos

Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) asociados a las actividades del personal, tales como plásticos (PET), papel, cartón, latas de aluminio y residuos orgánicos alimenticios. Queda estrictamente prohibida la quema o entierro de desechos, así como arrojar colillas de cigarro al suelo. Estos residuos se depositarán en contenedores con tapa hermética, clasificados y resguardados temporalmente en el polígono para evitar su dispersión por el viento marino o la intrusión de fauna silvestre.

Residuos peligrosos

Por las actividades exclusivas de desmonte manual y delimitación, la generación de residuos peligrosos (RP) en esta fase específica se considera nula.

B) Etapa de Construcción

Emisiones a la atmósfera

Al igual que en la fase previa, las emisiones provendrán de la combustión interna de los vehículos de transporte de materiales y maquinaria ligera (revolvedoras y plantas de luz). Para mitigar este impacto, se exigirá contractualmente a los proveedores y contratistas exhibir los comprobantes de verificación vehicular y mantenimientos mecánicos periódicos, asegurando que operen dentro de los límites máximos permisibles de la normativa vigente. Se mantendrán los riegos de agua programados para el control de partículas.

Aguas residuales

Se mantendrá el esquema sustentable de la etapa anterior mediante el uso de sanitarios portátiles con mantenimiento periódico contratado, garantizando un escenario de cero descargas líquidas provisionales sobre la matriz del suelo costero.

Residuos sólidos de la construcción y domésticos

Se generarán RSU de tipo doméstico y residuos de manejo especial (RME) propios de la obra civil (envolturas de papel de sacos de cemento, recortes de varilla, pedacería de madera de cimbra, paneles de yeso y bloques). El proyecto priorizará la economía circular: la madera de cimbra se reutilizará hasta el término de sus 4 usos útiles y los materiales valorizables (plásticos, cartón, metales) se segregarán para su entrega a empresas locales de reciclaje. Los residuos no reciclables se confinarán en contenedores específicos para su recolección y traslado final a los sitios de disposición autorizados por el Municipio de Petatlán, Guerrero.

Residuos peligrosos

Se contempla la generación mínima e inevitable de materiales contaminados como estopas con hidrocarburos, envases vacíos de solventes, selladores y pinturas. Estos materiales no se mezclarán con la basura común. Se dispondrán en una estación de fluidos con charolas de contención, confinándose en tambores herméticos debidamente rotulados conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005, para su posterior recolección, transporte y disposición final mediante un prestador de servicios autorizado ante la SEMARNAT.

C) Etapa de Operación y Mantenimiento

Emisiones a la atmósfera

Durante la vida útil del inmueble, las emisiones serán mínimas, intermitentes y de tipo doméstico, compuestas por los gases de combustión de los vehículos de los usuarios y el uso de gas licuado de petróleo (LP) en el área de cocina para la preparación de alimentos. No representan un riesgo de alteración a la calidad del aire local.

Aguas residuales

El manejo de las aguas residuales domésticas negras y grises de sanitarios, duchas y tarjas se diseñó bajo un estricto protocolo de ingeniería ambiental de cero descargas al subsuelo:

- Tratamiento primario trampa de grasas: Las aguas grises provenientes de la cocina se canalizarán obligatoriamente a una trampa de grasas y aceites para retener los sólidos flotantes y evitar la colmatación o pérdida de eficiencia del sistema biológico principal.
- Tratamiento secundario Biodigestor autolimpiable: El flujo total se dirigirá a un sistema de tratamiento secundario mediante un Biodigestor de 3,000 litros, el cual realiza un proceso de digestión anaerobia para la degradación de la materia orgánica y la estabilización de lodos.
- Cumplimiento normativo y reúso: El sistema está dimensionado para garantizar que el efluente tratado cumpla satisfactoriamente con los parámetros físico-químicos y bacteriológicos de la NOM-001-SEMARNAT-2021 para el reúno exclusivo en riego de las áreas verdes del predio. Con esta infraestructura se cierra el ciclo hidrológico dentro de la superficie del lote, eliminando por completo el riesgo de infiltración de contaminantes hacia el acuífero somero o la laguna de Barra de Potosí.

Residuos sólidos domésticos

Para la operación, se habilitará un Centro de Almacenamiento Temporal de RSU dentro de la propiedad, operando bajo los siguientes ejes:

- Infraestructura de segregación: Colocación de contenedores diferenciados, herméticos, con tapa y debidamente etiquetados para la separación en la fuente bajo tres clasificaciones: *Orgánicos, Inorgánicos Reciclables (PET, vidrio, aluminio, cartón) e Inorgánicos No Reciclables.*
- Economía circular compostaje: Los residuos orgánicos de la cocina, en conjunto con los restos de podas de mantenimiento, serán procesados in situ a través de una compostera tradicional. El abono orgánico resultante se reincorporará al suelo para la nutrición de la vegetación nativa de la propiedad, reduciendo drásticamente el volumen de basura enviado al circuito municipal.
- Disposición final: Los residuos clasificados como inorgánicos no reciclables y el rechazo del almacenamiento temporal serán entregados de forma calendarizada al servicio público de recolección municipal o, en su defecto, a una empresa particular de recolección autorizada, garantizando que su confinamiento final se realice en un sitio controlado y autorizado por las autoridades locales.

II.2.8 Generación de gases efecto invernadero

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto "CASA ZANKA", la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) será de carácter temporal, de baja intensidad y estará asociada principalmente a fuentes móviles y equipos de combustión interna. El principal gas emitido será el Dióxido de Carbono (CO_2), junto con trazas de Metano (CH_4) y Óxido Nitroso (N_2O), derivados de la quema de combustibles fósiles diésel y gasolina en los siguientes frentes:

- **Transporte de materiales y residuos:** Flujo de camiones de volteo encargados del suministro de insumos constructivos y el retiro selectivo de materiales excedentes hacia los sitios de disposición autorizados.
- **Operación de maquinaria:** Uso de retroexcavadora en la fase inicial de cimentación y operación de maquinaria ligera revolvedoras, compactadoras y plantas de luz portátiles.

Medidas de mitigación y reducción de la huella de carbono

Para minimizar las emisiones de GEI y asegurar una transición eficiente hacia la etapa operativa, el promovente implementará las siguientes estrategias técnico-ambientales:

- **Programa de eficiencia vehicular:** Se exigirá contractualmente a la empresa contratista y a los proveedores de acarreo el estricto cumplimiento de las verificaciones vehiculares vigentes y revisiones mecánicas periódicas afinación de motores y control de filtros. Esto garantizará que las unidades operen bajo las condiciones óptimas de diseño, reduciendo el consumo específico de combustible y manteniendo las emisiones dentro de los límites máximos permisibles.
- **Eficiencia en transporte y suministro de cercanía:** Se optimizarán las rutas de transporte y la planificación de los frentes de trabajo para evitar traslados innecesarios o tiempos de marcha en vacío de los motores. Asimismo, la adquisición de materiales de construcción e insumos en el mercado local y regional disminuirá la huella de carbono asociada al transporte de larga distancia.
- **Transición energética en la operación:** Cabe destacar que, para la etapa de operación y mantenimiento, la huella de carbono del proyecto se reducirá de manera permanente mediante la incorporación de ecotecnias en el diseño arquitectónico, tales como iluminación tipo LED de alta eficiencia, sensores de automatización de consumo y un sistema de paneles

fotovoltaicos para la generación de energía limpia, mitigando la dependencia de la red eléctrica convencional.

II.2.8.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros. a los niveles máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto "CASA ZANKA", el consumo de combustibles fósiles (diésel y gasolina) en maquinaria pesada, vehículos de carga y equipos ligeros generará emisiones a la atmósfera compuestas por Gases de Efecto Invernadero (GEI), principalmente Dióxido de Carbono (CO_2), Vapor de Agua (H_2O) y trazas de Metano (CH_4) y Óxido Nitroso (N_2O).

Las emisiones de dióxido de carbono proceden directamente de la oxidación del carbono presente en los combustibles durante el proceso de combustión interna de los motores. El volumen de estas emisiones será de carácter temporal, intermitente y de baja intensidad, acotado estrictamente a la escala de la obra civil del proyecto.

Para asegurar que estas emisiones se mantengan dentro de los umbrales mínimos y no alteren la calidad del aire del entorno costero, se implementarán las siguientes medidas de control operativo:

- Optimización de la Combustión: Se exigirá a los contratistas un programa de mantenimiento preventivo riguroso en los sistemas de inyección y filtrado de toda la maquinaria en sitio, garantizando una combustión completa que reduzca al mínimo la formación de metano (CH_4) por hidrocarburos no quemados.
- Prohibición de Compuestos Clorados: Se certificará que ninguna de las instalaciones provisionales o equipos menores emplee Clorofluorocarbonos (CFC) ni sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO), cumpliendo con los protocolos internacionales y la normativa federal vigente en materia de emisiones

II.2.8.2. Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida.

Dado que se requiere el uso de combustibles fósiles para la operación de la maquinaria de construcción y vehículos de carga, se calcula que el desarrollo integral del proyecto "CASA ZANKA" consumirá un volumen neto máximo de 120 litros de gasolina y 90 litros de diésel durante toda la fase de obra. Para el cálculo exacto de las emisiones, se utilizó la Calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones (RENE) de la SEMARNAT (Versión 9.0). Introduciendo los datos de actividad en el sector de Comercio y Servicios, subsector Construcción y actividad Maquinaria de construcción, los resultados oficiales determinan las siguientes emisiones de Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente (tCO_2e):



Sector	Subsector	Actividad	Fuente de Emisión	Instrucciones	Dato de Actividad	Unidad	Emisiones GEI [tCO_2e]	Emisiones CO_2 [tCO_2]	Emisiones CH_4 [tCH_4]	Emisiones N_2O [tN_2O]
Comercio_y_Servicios	Construcción	Maquinaria_construcción	Gasolinas_maquinaria_construcción	*Ingrese el consumo anual de gasolina en litros*	120	1	0.30	0.29	0.00	0.00
Comercio_y_Servicios	Construcción	Maquinaria_construcción	Diesel_maquinaria_construcción	*Ingrese el consumo anual de diesel en litros*	90	1	0.28	0.25	0.00	0.00

Tabla 10. Calculadora de Gases de Efecto Invernadero en el predio del proyecto. (*Fuente: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-yprogramas/registro-nacional-de-emisiones-RENE).*

La herramienta oficial señala que las emisiones anuales totales del proyecto ascienden a 0.58 tCO_2e año. Este resultado tiene un carácter meramente orientativo e indicativo para demostrar que el proyecto se sitúa drásticamente por debajo del umbral de reporte obligatorio ante el RENE (fijado en 25,000 tCO_2eaño). Por lo tanto, se concluye técnicamente que el impacto del proyecto sobre el sistema climático global y la atmósfera local de Barra de Potosí es de carácter no significativo, mitigable y de magnitud mínima.

II.2.8.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto.

La disipación de energía al entorno por parte del proyecto "CASA ZANKA" está asociada de manera directa a la quema de combustibles fósiles y al consumo de energía eléctrica necesarios para la ejecución y funcionamiento de sus diferentes etapas, evaluándose bajo los siguientes criterios de ingeniería ambiental:

A) Etapas de Preparación del Sitio y Construcción

En estas fases iniciales, la disipación de energía térmica e irreversible proviene principalmente de fuentes móviles y maquinaria ligera:

Combustibles fósiles diésel y gasolina: El uso de estos insumos se concentrará en las unidades de transporte de materiales, la retroexcavadora (únicamente para la excavación y movimiento de tierras inicial) y los equipos menores de construcción (revolvedoras y plantas de luz). Los motores de combustión interna transforman la energía química del combustible en trabajo mecánico, disipando el excedente en forma de calor residual hacia la atmósfera a través de los sistemas de escape y bloques de motor. Debido a la escala acotada de la obra y a que los frentes de trabajo se localizan en espacios completamente abiertos, esta energía térmica se disipa de manera difusa y continua por la acción de los vientos marinos dominantes, sin alterar el microclima local.

B) Etapa de Operación y Mantenimiento

Durante la vida útil del inmueble, la demanda energética y su consecuente disipación térmica se estabilizan bajo un esquema de consumo habitacional de baja densidad:

- **Gas Licuado de Petróleo Gas LP:** A falta de infraestructura de Gas Natural en la región de Barra de Potosí, el abastecimiento para la preparación de alimentos en los bloques de habitación se realizará mediante tanques fijos de Gas LP. La combustión de este fluido disipará energía en forma de calor puntual, la cual será mitigada de forma pasiva a través del diseño arquitectónico del inmueble, el cual prioriza techumbres altas y sistemas de ventilación cruzada natural.
- **Energía eléctrica suministro de CFE e infraestructura fotovoltaica:** El funcionamiento de los sistemas de iluminación, bombeo hidrosanitario y electrodomésticos se sustentará mediante la red de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La energía eléctrica disipada al entorno en forma de calor por el efecto Joule (calentamiento de conductores y equipos electromecánicos) será mínima, gracias a que el proyecto contempla la integración de ecotecnias, luminarias tipo LED de alta eficiencia y un sistema acoplado de paneles fotovoltaicos para la generación de energía limpia, disminuyendo de manera permanente la huella hídrica y de carbono asociada a la operación residencial.

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

El proyecto de desarrollo turístico-residencial de baja densidad denominado “CASA ZANKA” comprende una superficie total de 10,074.00 m² y se localiza en el sector poniente del municipio de Petatlán, en el estado de Guerrero. La viabilidad técnica, ambiental y jurídica de la obra se fundamenta en su estricta concordancia y alineación con los instrumentos de planeación territorial, ordenamientos ecológicos locales y la legislación federal vigente, considerando de manera prioritaria las particularidades ecológicas y la resiliencia de su zona de influencia. Bajo este enfoque, el complejo se conceptualiza mediante criterios de arquitectura bioclimática y ecotécnicas de bajo impacto, logrando un balance armónico entre el esparcimiento y la conservación del entorno natural costero.

Para la evaluación del impacto ambiental y la determinación del estatus biótico del predio, se utilizó como herramienta metodológica el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT. Este análisis geoespacial integró el cruce cartográfico con bases de datos geoestadísticas oficiales, específicamente la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV, INEGI. Como resultado de dicha modelación, el instrumento automatizado identifica el sitio dentro de la categoría de vegetación de dunas costeras; clasificación taxonómica y de cobertura vegetal que se ratifica y mantiene sin alteraciones en la actualización cartográfica de la Serie VII del INEGI.

Caracterización y validación de campo de la unidad ambiental

Con la finalidad de convalidar los resultados cartográficos del SIGEIA y constatar las condiciones físicas reales del ecosistema, se realizaron prospecciones dirigidas en el predio. Esta verificación en campo permitió identificar la zonificación microambiental y la composición florística del sitio, documentando las siguientes unidades bióticas:

- Zona de transición y matorral espinoso psamófilo: En las secciones interiores y de amortiguamiento del lote, la cobertura vegetal se compone de comunidades arbustivas densas y matorral caducifolio adaptado a suelos arenosos, estabilizando los sustratos adyacentes a las zonas altas.
- Zona frontera costera y perfil de dunas litorales: Hacia el sector meridional, el predio exhibe la transición típica de los frentes litorales de la Costa Grande, donde el matorral costero semiárido interactúa directamente con el horizonte marino, sirviendo de barrera natural contra los vectores eólicos.

El sector colindante con la Zona Federal Marítimo Terrestre se caracteriza por un suelo arenoso expuesto, con presencia de vegetación rastrera halófila y gramíneas psamófilas de baja talla organizadas en parches discontinuos, elementos bióticos clave para la retención eólica de arena y la dinámica sedimentaria local.

Esta correlación directa entre el análisis digital y las evidencias en campo justifica la adopción de un desplante elevado sobre palafitos y la conservación del 80% del predio en estado natural, garantizando que el cordón de dunas litorales mantenga sus funciones ecológicas y morfológicas de protección ante perturbaciones hidrometeorológica.

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030

El proyecto “CASA ZANKA” se alinea con el Eje General 4: Desarrollo Sustentable, reconociendo la importancia de integrar la protección ambiental con la actividad económica. Específicamente, el proyecto responde a:

Objetivo 4.5: Protección y restauración de ecosistemas mediante políticas inclusivas y participativas.

Estrategia 4.5.6: Fortalecimiento del ordenamiento territorial, asegurando un uso del suelo coherente con las capacidades del ecosistema.

Estrategia 4.5.9: Implementación de enfoques transversales de conservación para mitigar la pérdida de biodiversidad ante el crecimiento de infraestructura.

Plan Estatal de Desarrollo de Guerrero 2022-2027

El proyecto se integra en el Eje 2: Desarrollo Económico Sostenible, bajo la Dimensión XI: Medio Ambiente, la cual busca detonar la actividad turística bajo esquemas de sustentabilidad y modernización. Se vincula directamente con:

Objetivo 2.1 y 2.7: Fortalecimiento del ordenamiento territorial y urbano a través de la actualización y vinculación de instrumentos de planeación, promoviendo un modelo de desarrollo que no comprometa los recursos naturales del estado.

Otros instrumentos de planeación

- Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET): A la fecha, no existen decretos de ordenamiento ecológico aplicables al área del proyecto.
- Programas de Restauración: No existen programas de recuperación o restauración ecológica vigentes en el área de influencia directa.

Instrumentos normativos aplicables

El desarrollo del proyecto se sujetará a las siguientes disposiciones legales:

Leyes y Reglamentos

- LGEEPA y su Reglamento: Se fundamenta en el Artículo 28 y Artículo 5 (incisos Q y S) del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, al clasificarse como un desarrollo inmobiliario con impacto en ecosistemas costeros y proximidad a áreas de competencia federal.
- Ley General de Asentamientos Humanos (Art. 30): El proyecto garantiza la compatibilidad del uso de suelo y el respeto a los patrones de asentamiento regional.
- Ley General de Vida Silvestre (Arts. 60, 65 y 70): Se garantiza la protección de la biodiversidad. En caso de detectarse especies en riesgo durante la ejecución, se aplicarán los protocolos de rescate y reubicación correspondientes.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Art. 96): Se implementará un Programa de Manejo de Residuos Sólidos integral desde la preparación del sitio hasta la operación, asegurando una disposición final adecuada.

Normas Oficiales Mexicanas.

Durante las diferentes fases del proyecto se deberá dar observancia a las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

En materia ambiental:

NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la Protección Ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. La presente Norma es de observancia para el Proyecto dado que existe la posibilidad de identificar fauna silvestre bajo alguna categoría de riesgo o protección especial. Aunque es importante aclarar que durante la fase de campo y derivado del inventario florístico y de fauna llevado a cabo sobre el lote, no se identificó ninguna especie enlistada en la presente Norma, no se descarta la posibilidad de su identificación durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

OTRAS NORMAS. Adicional a la Norma antes descritas, a continuación, se enlistan algunas que tienen injerencia en las actividades a desarrollarse en el proyecto, y que se debe observar su cumplimiento.

NOM-041-SEMARNAT-2015, Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.

NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994 Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Referente a las **normas 041, 045, 080 y 081**; durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria y equipos, así como el ruido, deberán cumplir con lo establecido en dichas Normas, obligando a los propietarios y operadores de dichos vehículos al mantenimiento periódico de sus unidades; no obstante de que es reducido en número tanto de las unidades como del tiempo de empleo de las mismas en el sitio del proyecto.

Referente a las normas siguientes, por seguridad e higiene durante las diferentes fases del desarrollo del proyecto deberán apegarse a dichas especificaciones.

En materia de seguridad laboral:

NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo. El proyecto en sus diferentes etapas observará y aplicará los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

NOM-019-STPS-2011 La constitución, registro y funcionamiento de las Comisiones de seguridad e Higiene en los centros de trabajo.

La presente Norma es de observancia en todo el territorio Nacional y aplica a cualquier centro de trabajo, para ello se creará la Comisión respectiva y acorde al número de trabajadores que operen en el Proyecto.

NOM-027-STPS-2008 Relativa a las señales y avisos de seguridad e higiene. De observancia en todo el territorio Nacional y aplicable a todo centro de trabajo que en sus procesos implique la actividad de soldadura y corte. Para el presente Proyecto podrá resultar aplicable en algunos procesos de su fase constructiva, principalmente en acabados; es por ello, que se ha considerado incluir la presente Norma.

NOM-100-STPS-1994 Norma Oficial Mexicana, Seguridad –Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida – especificaciones.

Aplicable a todo centro de trabajo esta Norma presenta las especificaciones y tipos de extintores que garanticen su eficiencia al momento de atender un conato de incendio, es por ello por lo que resulta aplicable al presente Proyecto.

OM-012-SSA1-1993 Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de aguas para uso y consumo humano públicos y privados. En conjunto con la NOM-001-SEMARNAT-2021 a lo establecido en el Numeral 4.2 de la, garantizando que las descargas de aguas residuales tratadas no excederán los límites máximos permisibles de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros, asegurando la inocuidad del efluente para su reúso en riego de áreas verdes.

Norma de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento público y privado o cualquier persona física o moral que distribuyan agua para uso y consumo humano.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con base en la información oficial de la CONABIO, se determina que el proyecto no se encuentra ubicado sobre ninguna Región Hidrológica Prioritaria (RHP) decretada.

La región más cercana es la RHP-27 "Cuenca baja del río Balsas", la cual presenta las siguientes características con respecto al área de estudio:

- Ubicación: Se sitúa en los límites de los estados de Michoacán y Guerrero.
- Distancia: Se encuentra a una distancia aproximada de 165 kilómetros del área de influencia del proyecto.
- Superficie: Cuenta con una extensión territorial de 11,333.3 km².
- Polígono (Coordenadas): Latitud 19°00'36" - 17°54'36" N y Longitud 102°33'36" - 101°06'00" W.
- Recursos hídricos principales: Destacan las presas El Infiernillo y La Villita, así como los ríos Balsas, Tepalcatepec, Tacámbaro, Marqués y Zacatula.

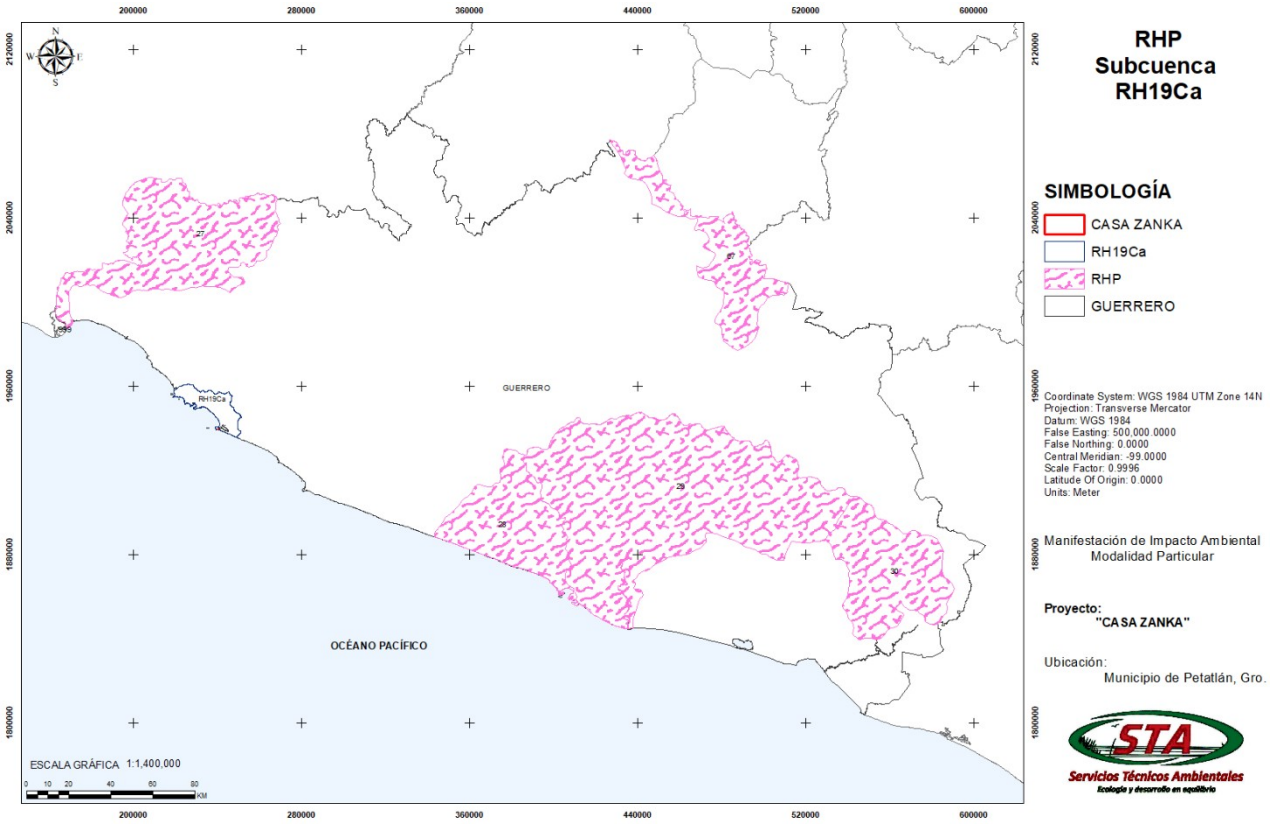


Imagen 07. Ubicación del proyecto "CASA ZANKA" respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). decretadas por la CONABIO. FUENTE: http://www.conabio.gob.mx

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

De acuerdo con la CONABIO, la Región Terrestre Prioritaria más cercana al área de influencia del proyecto es la RTP-117 "Sierra del Sur de Guerrero". Sus características principales se detallan a continuación:

- Delimitación geográfica: Se ubica entre las coordenadas extremas de Latitud 16°58'25" a 18°02'41" N y Longitud 99°51'33" a 101°18'50" W.

- Cobertura municipal: Abarca una superficie total de 11,965 km² y comprende los municipios de Ajuchitlán del Progreso, Atoyac de Álvarez, Benito Juárez, Chilpancingo de los Bravo, Coyuca de Benítez, Coyuca de Catalán, General Heliodoro Castillo, Zihuatanejo de Azueta, Leonardo Bravo, Petatlán, San Miguel Totolapan y Técpan de Galeana.

- Importancia biológica y de conservación: Destaca por ser una región aislada con un alto endemismo, gran riqueza en todos los grupos biológicos y presencia de especies de distribución restringida. Los límites de esta RTP fueron definidos considerando la cobertura de bosque de pino-encino, la cual representa la zona más integrada y conservada de la sierra.

- Importancia hidrológica: Funciona como una cuenca de captación de agua fundamental para la zona urbana costera y para la cuenca del río Balsas.
- Tipos de vegetación: Predominan los bosques de pino-encino en las porciones sur y centro, selvas bajas caducifolias hacia la franja costera, así como áreas de bosque mesófilo de montaña.

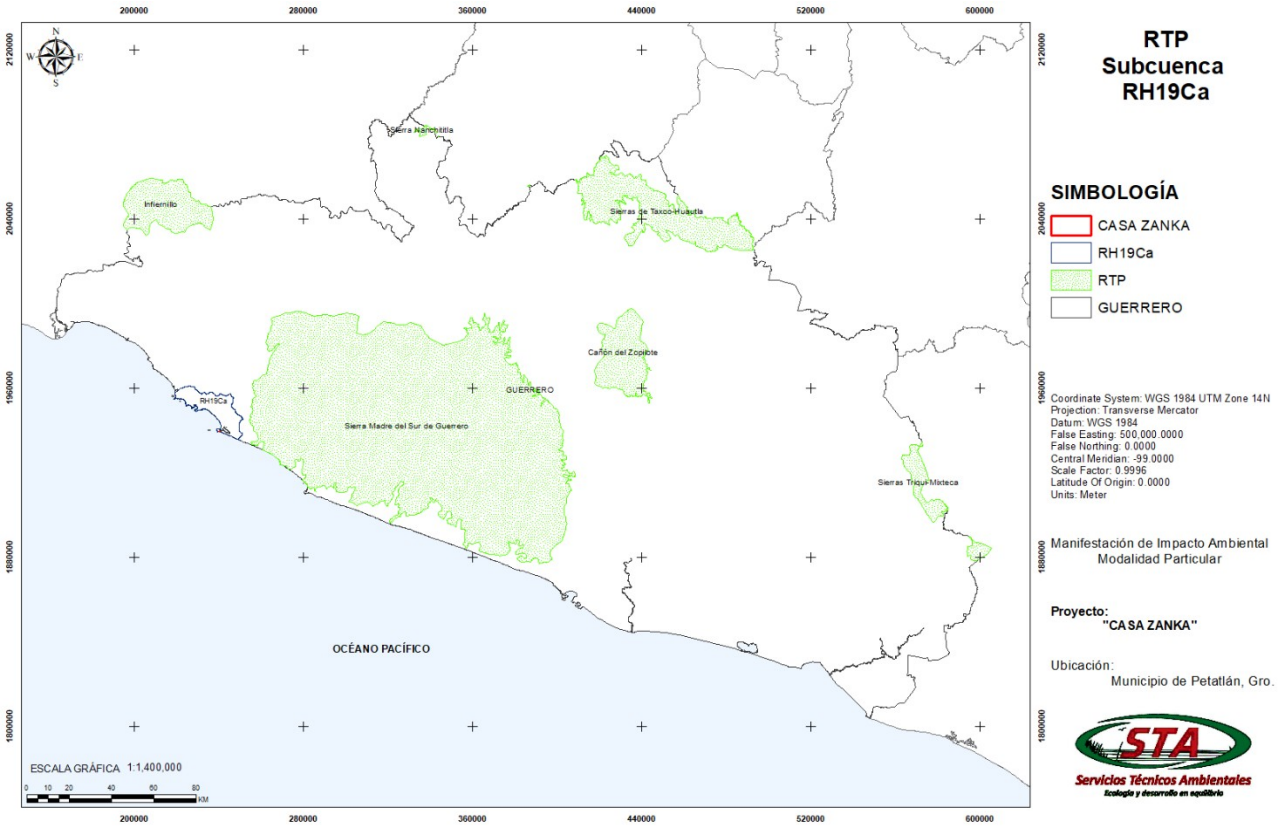


Imagen 08. Ubicación del proyecto "CASA ZANKA" respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). decretadas por la CONABIO. FUENTE: http://www.conabio.gob.mx

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Respecto a los criterios de conservación avifaunística, el Área de Importancia para la Conservación de las Aves más cercana al sitio de estudio corresponde a la AICA C-29 "Lagunas Costeras de Guerrero".

Las características de interacción con el proyecto se detallan a continuación:

Ubicación específica: Se localiza en la Laguna Barra de Potosí, dentro del Municipio de Petatlán, Estado de Guerrero.

Proximidad: Se ubica a una distancia aproximada de 2 kilómetros del polígono donde se ejecutará el proyecto.

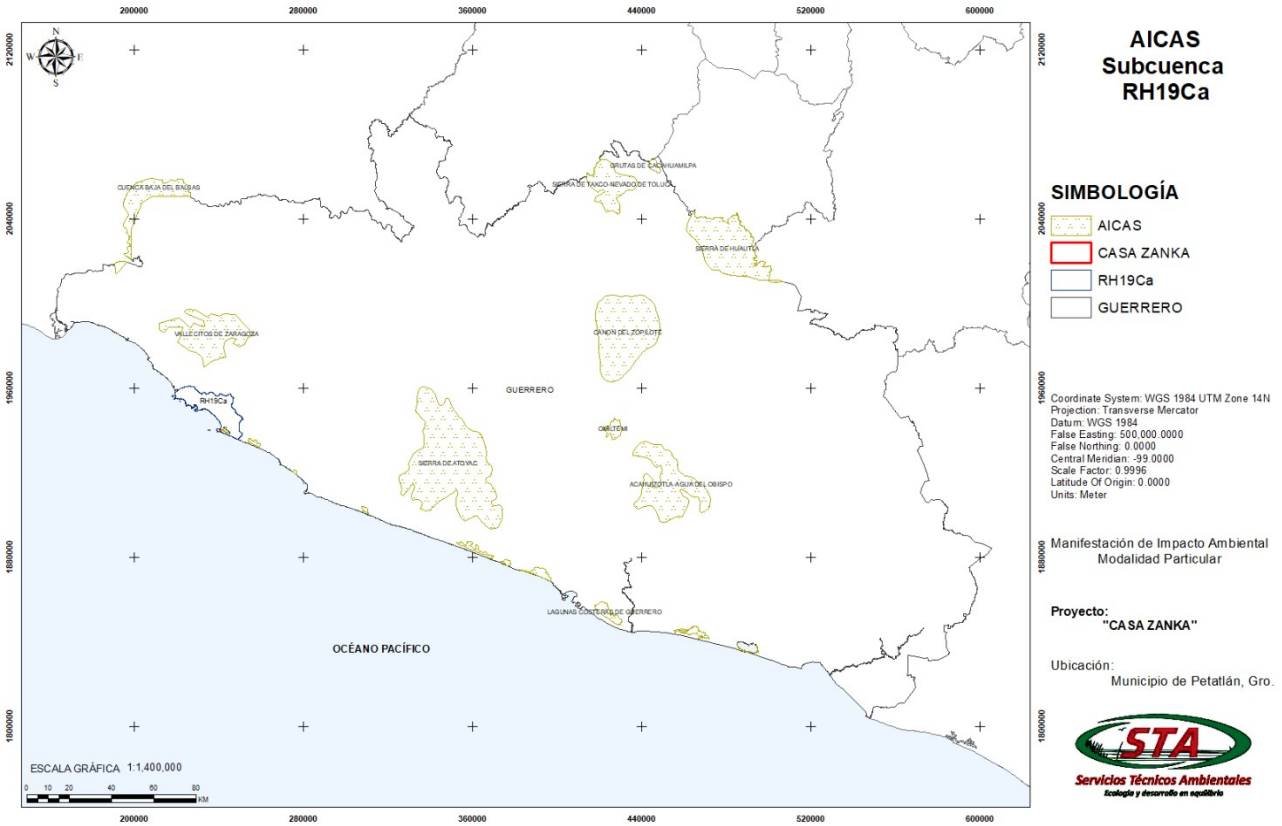


Imagen 09. Muestra el Área de Importancia para la Conservación de las Aves más cercana la cual corresponde a la Sierra de Atoyac AICA C-25 y Lagunas Costeras de Guerrero AICA C-29, FUENTE: http://www.conabio.gob.mx.

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Con el propósito de evaluar la congruencia territorial del proyecto con las políticas de conservación vigentes, se realizó la superposición cartográfica del polígono de estudio frente a las poligonales oficiales de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal y estatal en el estado de Guerrero.

Los resultados del análisis espacial determinan lo siguiente:

El polígono del proyecto no se intercepta ni colinda con ninguna Área Natural Protegida decretada. El sitio en evaluación se localiza libre de afectaciones directas sobre regímenes de conservación legal.

- **Contexto regional (ANP Estatales):** El área protegida bajo jurisdicción estatal más cercana corresponde al Área Natural Protegida "El Limón".
- **Contexto regional (ANP Federales):** En el entorno costero regional, las figuras de conservación federal más próximas corresponden a los santuarios de tortugas marinas, destacando Playa Piedra de Tlacoyunque y, a mayor distancia, Playa de Tierra Colorada.

- **Otras ANP** evaluadas en el ámbito regional, tales como Zicuirán-Infiernillo, El Veladero, General Juan Álvarez, Grutas de Cacahuamilpa o Sierra de Huautla, no presentan ninguna interacción geográfica ni ambiental con el área de influencia debido a su lejanía.

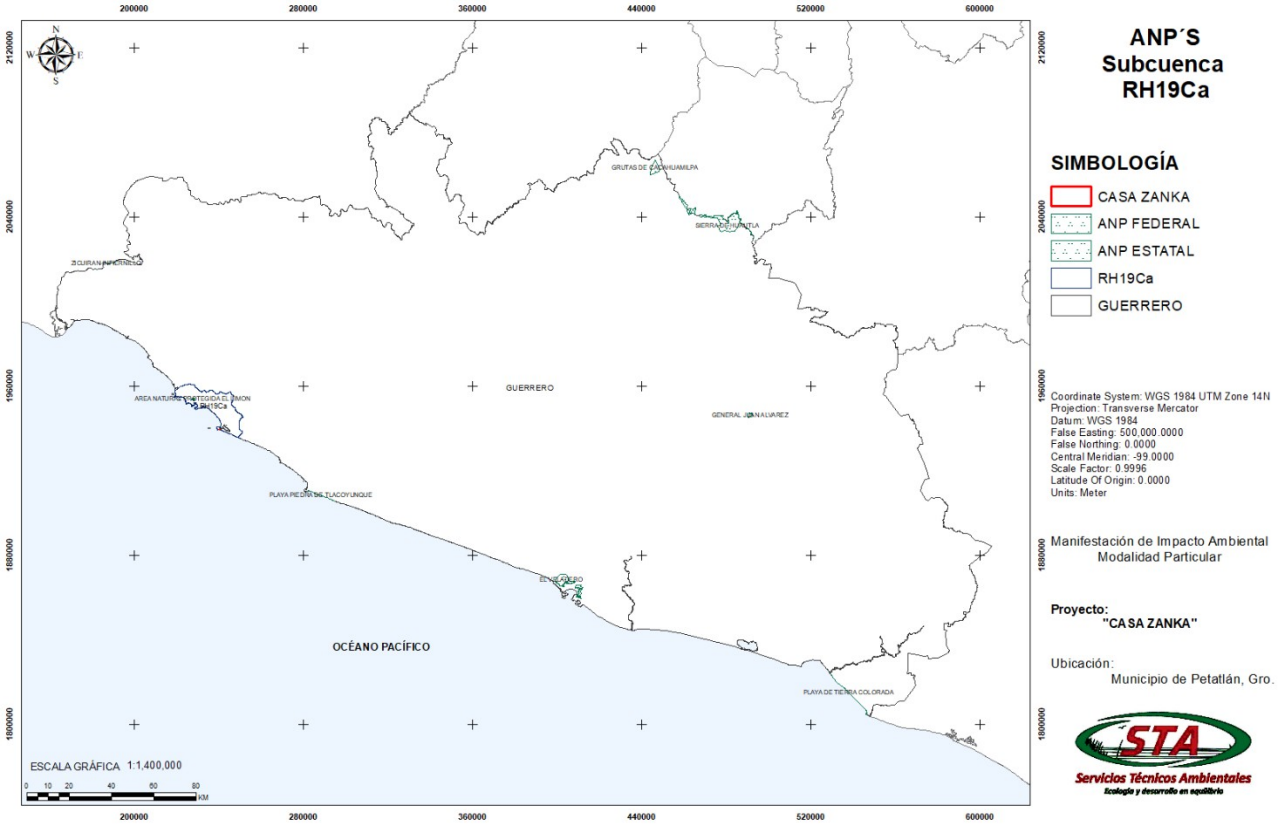


Imagen 10. Delimitación regional del proyecto "CASA ZANKA" respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales y estatales FUENTE: http://www.conabio.gob.mx.

Plan Municipal de Desarrollo

El Eje Temático II. (Desarrollo Urbano Sustentable),

Específicamente el **Tema II.1,** establece como prioridad la "Creación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano, generando ordenamiento territorial, procurando certeza jurídica y promoviendo el desarrollo sustentable del municipio". Asimismo, en el proceso de transición de la administración se retomó formalmente la intención de concluir este instrumento de planeación estratégica para otorgar ordenamiento y certeza jurídica para los próximos 20 años.

Vinculación con sus proyectos: Este eje fundamenta directamente sus trabajos de delimitación de la Zona Federal (CONAGUA) y la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), así como el procesamiento de coordenadas técnicas y diseño de planos con ArcGIS que buscan dar certidumbre ante conflictos de límites de construcción.

Programas Sectoriales

- Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica: El proyecto no se localiza dentro de polígonos sujetos a decretos, programas o acciones vigentes de restauración o restablecimiento ambiental aplicados por las autoridades competentes.

- Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP): El sitio del proyecto no se ubica, ni total ni parcialmente, dentro de los límites de ninguna Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal, por lo que no se interfiere con polígonos de conservación ni con sus respectivas zonas de amortiguamiento o núcleos.

Bandos y Reglamentos Municipales

- Plan Director de Desarrollo Urbano: El municipio de Petatlán carece actualmente de un Plan Director de Desarrollo Urbano vigente como instrumento de planeación local. No obstante, en alineación con el Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027, la administración local ha priorizado formalmente la creación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial para otorgar certeza jurídica en la región. Ante la ausencia temporal de un plan local publicado, el promovente validó la viabilidad del proyecto con base en las disposiciones de la legislación del Estado de Guerrero en materia de desarrollo urbano, vinculando sus objetivos y criterios técnicos de manera congruente con las estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Urbano vigente.

- Bando de Policía y Buen Gobierno: Este ordenamiento constituye el instrumento rector de la política, la convivencia y la normatividad interior del territorio municipal, regulando de manera general las actividades urbanas, de servicios públicos, de obra pública y de protección al medio ambiente. El proyecto se ejecutará en estricto apego a las disposiciones de orden público y de convivencia social establecidas en este Bando, el cual funge como el marco de regulación local aplicable para el desarrollo armónico de las actividades en el municipio.

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

El proyecto “CASA ZANKA” se ubica en el municipio de Petatlán, dentro de la región de la Costa Grande de Guerrero. El sitio se localiza en la zona poniente, catalogada como el principal detonante de desarrollo socioeconómico en el municipio, escenario que vuelve prioritario su ordenamiento ecológico. El acceso al predio se realiza a través de la Carretera Federal Zihuatanejo-Acapulco, interconectando en los nodos de San Jeronimito y Los Achotes-Barra de Potosí, rutas que garantizan transitabilidad permanente.

Criterios de Delimitación del Sistema Ambiental

Ante la falta de un ordenamiento ecológico territorial vigente para esta porción de Petatlán, el área de estudio se delimitó mediante un análisis integral de la interacción de los componentes ambientales con las actividades del proyecto. Se emplearon los siguientes criterios orientadores:

- Dimensión, distribución y alcances de las obras de "CASA ZANKA".
- Proximidad a comunidades locales y sitios de disposición final de residuos.
- Atributos del medio físico y biótico (geomorfología, rasgos hidrográficos y tipos de vegetación).

Derivado de este análisis, se seleccionó a la subcuenca como la unidad mínima de gestión ambiental. En consecuencia, el proyecto se circunscribe formalmente dentro de la subcuenca RH19Ca (Zihuatanejo), perteneciente a la Región Hidrológica RH19C.

IV.1 Delimitación del área de influencia

El proyecto "CASA ZANKA" se desarrollará en la fracción de terreno identificada con el número IV, ubicada en las inmediaciones de la laguna Barra de Potosí, en el municipio de Petatlán, dentro de la región de la Costa Grande de Guerrero. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas centrales 17°31'39.80" N de latitud norte y 101°26'42.72" O de longitud oeste.

La accesibilidad terrestre al predio se genera mediante dos vías principales que conectan con los nodos de San Jeronimito y Los Achotes-Barra de Potosí. Estas rutas de comunicación confieren al polígono una ubicación estratégica para el desarrollo de proyectos de giro turístico, sector que actualmente se perfila como un importante motor económico en la zona poniente del municipio, haciendo prioritaria la evaluación de su viabilidad y ordenamiento ambiental.

Ante la ausencia de un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial local aplicable para esta porción de Petatlán, la delimitación del Sistema Ambiental (SA) y su correspondiente área de influencia se estableció bajo un criterio ecosistémico. Para ello, se analizaron las interacciones potenciales del proyecto con el entorno a partir de variables como la dimensión y distribución de las obras, la proximidad a localidades urbanas, los sitios de disposición de residuos, así como los componentes físicos y bióticos de la región (geomorfología, hidrografía, tipos de vegetación y ecosistemas asociados).

Con base en este enfoque funcional, se determinó utilizar la subcuenca hidrográfica como la unidad básica de análisis ambiental. De este modo, el proyecto queda inscrito formalmente dentro de la subcuenca RH19Ca "Zihuatanejo", la cual posee una extensión territorial de 327.80 km². Esta unidad de gestión es una de las cinco subcuencas que integran la cuenca "Ixtapa y Otros",

perteneciente a la Región Hidrológica número 19-C (RH19C) (Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, Escala 1:250,000).

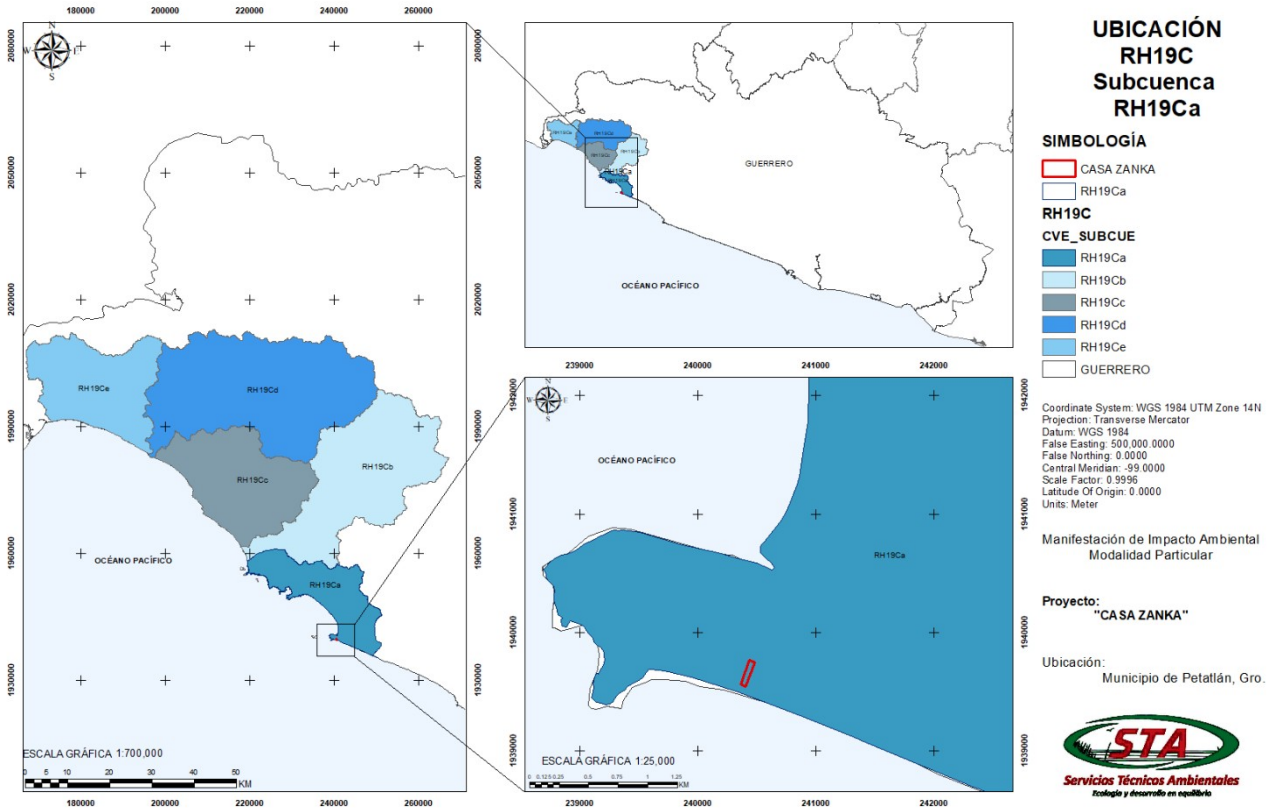


Imagen 11. Muestra la ubicación del proyecto tomando como referencia la Subcuenca a la cual pertenece siendo esta la RH19Ca. https://www.inegi.org.mx/

IV.2 Delimitación del sistema ambiental

El análisis geoespacial arroja que el predio se desplanta formalmente sobre una zona clasificada oficialmente como duna costera. No obstante, debido a la dinámica litoral y la micromorfología del sitio, el área de estudio inmediata presenta transiciones naturales hacia coberturas de dunas costeras (zonas desprovistas de vegetación arbórea o con vegetación halófila de playa). Por ello, la delimitación operativa del ecosistema a nivel de sitio se acota y valida considerando tanto la matriz arbustiva de duna como las microcondiciones de la barra arenosa adyacente.

Para efectos metodológicos y normativos, el Sistema Ambiental Regional (SAR) se conceptualiza bajo la teoría general de sistemas aplicados a la gestión ecológica:

"Un sistema es un conjunto de elementos que interactúan y son interdependientes, de forma tal que sus interrelaciones pueden modificar a alguno o a todos los demás componentes. Dada su naturaleza, todas las partes mantienen una interacción recíproca y cada parte puede influir en el comportamiento del conjunto. Esto implica que la dinámica de un sistema no es predecible mediante el análisis aislado de sus partes, sino que es la estructura integrada del sistema la que determina sus resultados" (Rittler et al., 2007).

Bajo este enfoque ecosistémico, y considerando que el predio comparte dinámicas físicas, climáticas y biológicas de carácter hidrológico-ambiental con su entorno inmediato, se determinó utilizar la delimitación de la subcuenca hidrográfica oficial como la frontera formal del Sistema Ambiental Regional (SAR).

En consecuencia, el SAR para el proyecto "CASA ZANKA" queda definido geográficamente por los límites de la subcuenca RH19Ca "Zihuatanejo" (perteneciente a la Región Hidrológica número 19-C, denominada administrativamente "Ixtapa y Otros"), conformando un Sistema Ambiental Regional definitivo con una superficie de 32,779.7298 hectáreas.

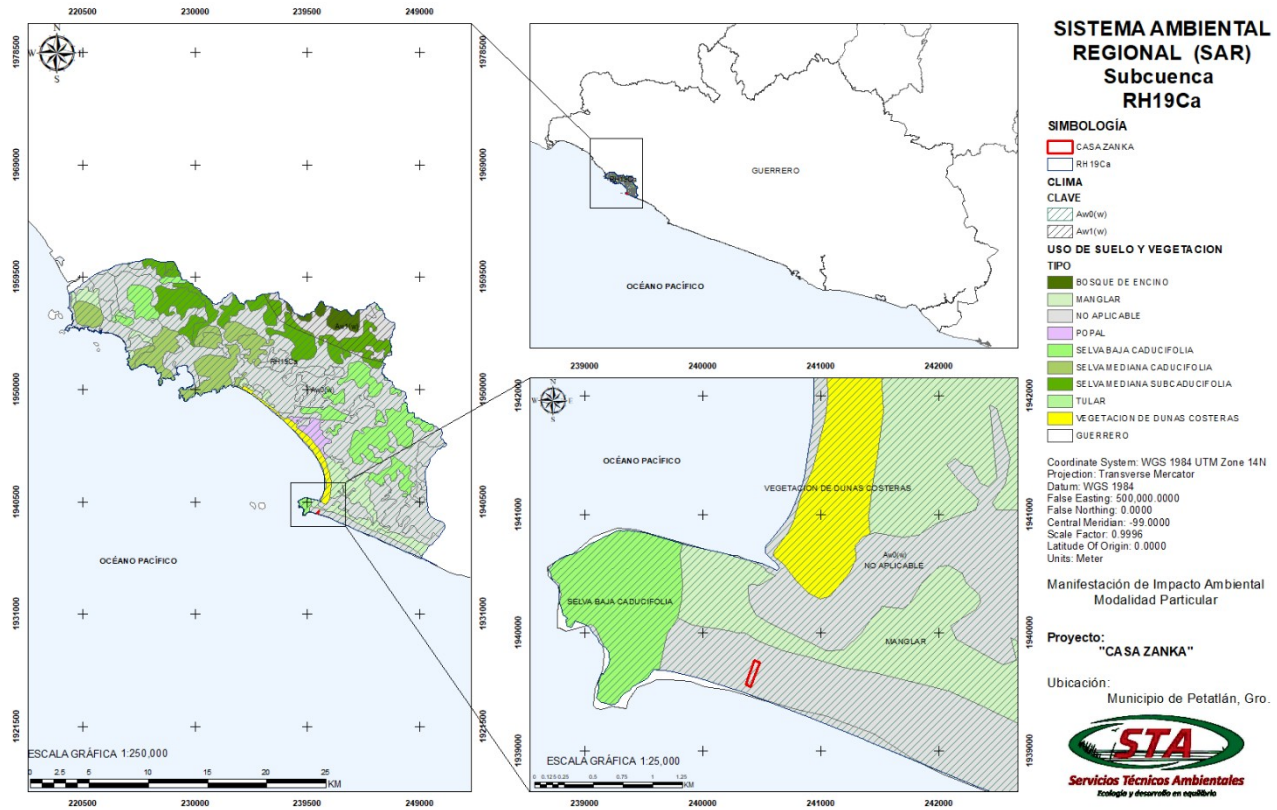


Imagen 12. Superficie que se encuentra dentro de la subcuenca RH19Ca para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR). https://www.inegi.org.mx/

IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental

La caracterización de la cuenca hidrológico-forestal en la que se circunscribe el proyecto se fundamentó en una revisión exhaustiva de literatura técnica especializada y cartografía oficial automatizada. Entre las fuentes de información y referentes metodológicos consultados destacan los siguientes:

- Análisis bioclimático regional: Se integró el estudio desarrollado por Meza y García (1997) para la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el cual provee una descripción detallada de los tipos de vegetación del estado de Guerrero y sus interacciones con las variables climáticas locales.

- Inventarios florísticos y afinidades ecológicas: Se examinaron los registros de la investigación de Otero (2004), adscrita a la Universidad Autónoma Chapingo (UACh); este trabajo aporta un listado sistemático de las principales especies arbóreas de la región costera, cuya distribución geográfica y afinidad ecológica resultan plenamente coincidentes con el territorio de Petatlán.
- Línea de base dendrológica: Se incorporaron los criterios taxonómicos y ecológicos de Pennington y Sarukhán (1998) referentes a los ecosistemas tropicales litorales, lo que permitió identificar las dinámicas de las especies forestales y arbóreas reportadas para la porción costera de la entidad.
- Cartografía e información geocientífica de referencia: Se procesaron de forma integral los insumos vectoriales y documentales generados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), incluyendo las Cartas Temáticas de Hidrología (Subsuperficial y Superficial), Edafología, Geología, Topografía, y Uso del Suelo y Vegetación, así como los Cuadernos y Anuarios Estadísticos Estatales correspondientes.

Paralelamente, la caracterización y el diagnóstico del medio socioeconómico se estructuraron mediante un análisis documental de fuentes secundarias oficiales. Para ello, se sistematizaron los datos demográficos, de infraestructura y de bienestar social provenientes de los Censos y Conteos de Población y Vivienda, los Anuarios Estadísticos de Guerrero y los Cuadernos Estadísticos Municipales editados por el INEGI.

IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

El análisis retrospectivo del Sistema Ambiental Regional (SAR), delimitado por la subcuenca RH19Ca "Zihuatanejo" e inscrito en la dinámica litoral del municipio de Petatlán, permite evaluar la trayectoria de transformación ecológica del territorio. Este diagnóstico histórico es indispensable para determinar la resiliencia del entorno y el grado de conservación o degradación de los ecosistemas sobre los cuales interactuará el proyecto "CASA ZANKA".

Evolución histórica de las coberturas de uso de suelo y vegetación

Históricamente, la porción baja de la subcuenca RH19Ca y la zona adyacente a la laguna Barra de Potosí se caracterizaron por una continuidad ecológica compacta de ecosistemas tropicales y litorales altamente productivos. De acuerdo con las series cartográficas analizadas, el SA ha estado dominado estructuralmente por tres unidades bióticas principales en su franja costera: Selva Baja Caducifolia, Manglar y Vegetación de Dunas Costeras.

Sin embargo, el análisis retrospectivo de las últimas décadas refleja un proceso paulatino de fragmentación del hábitat derivado de actividades antropogénicas. Los principales motores de cambio ambiental identificados en el SA corresponden a:

- Apertura de frontera agropecuaria: La introducción histórica de ganadería extensiva y agricultura de temporal en las llanuras aluviales provocó el desmonte de áreas originales de Duna, induciendo la aparición de comunidades secundarias de carácter arbustivo.
- Desarrollo de infraestructura de onectividad: La consolidación de las vías generales de comunicación (ejes viales que conectan San Jeronimito y Los Achotes-Barra de Potosí con la Carretera Federal 200) modificó los patrones de escurrimiento superficial micro-

hidrológico e incrementó la accesibilidad humana hacia áreas costeras previamente aisladas.

- Presión por asentamientos y actividades turístico-pesqueras: El crecimiento de las comunidades locales y el posicionamiento de la Barra de Potosí como un polo de atracción ecoturística y pesquera rústica han generado parches de perturbación local, incrementando la demanda de servicios básicos y la generación de residuos sólidos.

Diagnóstico retrospectivo por componente ambiental

Componente hidrológico y de transición manglar y humedales: El sistema lagunar asociado a la Barra de Potosí ha operado históricamente como un cuerpo de agua dinámico con aperturas estacionales de la barra arenosa. A pesar de la presión pesquera y turística regional, las coberturas de Manglar colindantes (esenciales para la estabilidad costera y zonas de crianza biológica) han mantenido una resiliencia notable, preservando sus funciones ecosistémicas clave gracias a los flujos mareales.

Componente terrestre Selva Baja Caducifolia: La matriz de selva baja en el SA muestra una transición evidente hacia etapas de sucesión secundaria. El análisis retrospectivo denota que, si bien se mantiene la cobertura forestal densa en lomeríos altos, en las planicies costeras bajas la vegetación original ha sido sustituida o degradada a vegetación secundaria arbustiva debido al pastoreo histórico y desmonte selectivo para leña o postería.

Componente Litoral (Vegetación de Dunas Costeras): Esta unidad representa la primera línea de defensa contra eventos hidrometeorológicos severos (huracanes y mar de fondo) provenientes del Océano Pacífico. Retrospectivamente, las dunas costeras han sufrido modificaciones morfológicas y pérdida de cobertura halófila debido al tránsito vehicular no regulado de turismo local y a la construcción de infraestructura rústica sobre la berma de la playa.

Componente climático: El comportamiento climatológico en el SAR ha sido históricamente estable bajo el régimen del grupo de climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano, específicamente las variantes Aw0(w) (el más seco de los subhúmedos) y Aw1(w) (de humedad media). No obstante, la pérdida histórica de cobertura vegetal arbórea en la llanura costera ha tendido a intensificar los efectos de la isla de calor local y a acelerar los procesos de evaporación en el suelo y cuerpos de agua someros.

Síntesis de la calidad ambiental actual del Sistema Ambiental

A partir del análisis retrospectivo, se concluye que la calidad ambiental del Sistema Ambiental en la subcuenca RH19Ca se encuentra en una condición de estabilidad moderada con focos de presión antrópica localizada. El ecosistema no se presenta como una unidad en estado original o inalterada; por el contrario, muestra las huellas de un desarrollo rural y turístico costero extendido. El predio específico para el proyecto "CASA ZANKA" se inserta en una zona que ya cuenta con un nivel de perturbación previo (clasificada como vegetación secundaria arbustiva), lo que significa que el desarrollo del proyecto sobre la Fracción IV no fragmentará núcleos de vegetación primaria o en estado original. La viabilidad ambiental del proyecto dependerá de que sus obras respeten la dinámica hidrológica de la laguna, mantengan la estabilidad física de la duna costera adyacente y apliquen medidas de mitigación que frenen las tendencias históricas de degradación detectadas en este diagnóstico retrospectivo.

IV. 3.1.1 Medio abiótico.

a) Clima

La franja costera del estado de Guerrero se caracteriza por un clima tropical subhúmedo del grupo Aw, con un régimen de lluvias concentrado en el verano y un periodo de estiaje marcado durante el invierno. Esta región experimenta una notable estabilidad térmica, con una oscilación anual de la temperatura media que no excede los 5 °C. La dinámica eólica local responde a la estacionalidad: durante la temporada de precipitaciones predominan los vientos con dirección Sureste, mientras que en la época de secas dominan los componentes del Noroeste. La mayor aportación pluvial ocurre entre los meses de mayo y octubre, coincidiendo con el ingreso de humedad impulsada por los vientos marinos del Sureste.

Para la determinación precisa de las condiciones climáticas a nivel de sitio, se utilizó el Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García (2004). La fórmula climática identificada para el polígono del proyecto es Aw0(w)(i) g, la cual describe un clima cálido subhúmedo, con régimen de lluvias en verano, de menor humedad, isotermal y con presencia de sequía intraestival (canícula).

Los descriptores específicos de esta variante climática se detallan a continuación:

- **Aw_0 (Cálido subhúmedo de menor humedad):** Registra una temperatura media anual superior a los 22 °C (frecuentemente mayor a 27 °C en la llanura costera) y una temperatura del mes más frío por arriba de los 18 °C. El cociente P/T (precipitación/temperatura) se ubica en un rango que define la condición de menor humedad dentro de los subhúmedos, con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total anual.
- **i (Isotermal):** Indica que la oscilación térmica entre el mes más cálido y el mes más frío es inferior a los 5 °C.
- **w”og (Canícula / Sequía intraestival):** Representa una disminución relativa de las precipitaciones a la mitad de la temporada de lluvias, habitualmente entre los meses de julio y agosto.

El microclima presente en la Laguna de Barra de Potosí mantiene una estrecha homogeneidad con las condiciones climáticas generales observadas en la llanura costera del municipio de Petatlán. A nivel municipal, el territorio se distribuye principalmente entre dos subtipos climáticos del grupo cálido subhúmedo, cuyas coberturas se desglosan en la siguiente tabla.

Subtipo Climático	Fórmula Climática	Porcentaje de Superficie Municipal (%)
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media	$Aw_1(w)$	42.69
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (humedad baja)	$Aw_0(w)$$	26.20

Cuadro 04. Distribución de los subtipos climáticos en el municipio de Petatlán, Guerrero.

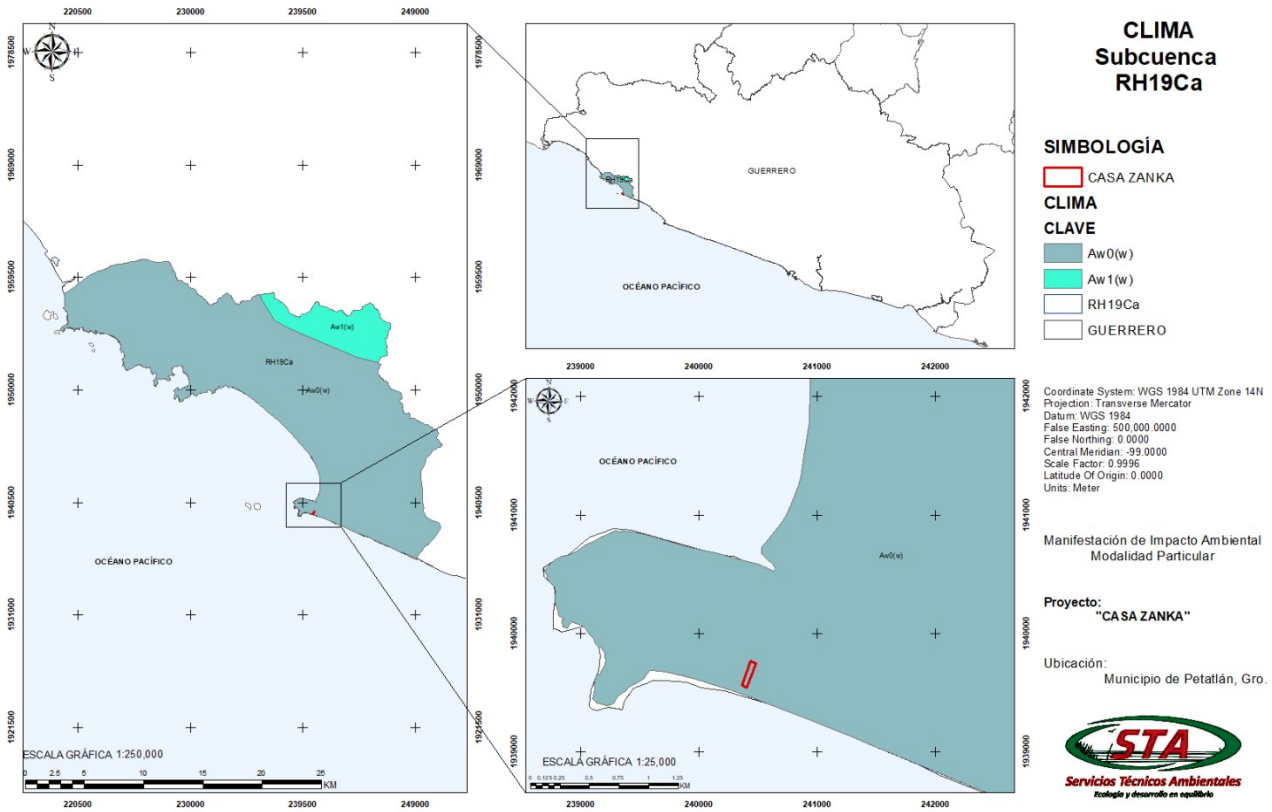


Imagen 13. Muestra el tipo de clima predominante sobre el área de influencia del proyecto. Fuente: https://www.inegi.org.mx

Temperaturas medias mensuales y anuales

Los valores presentados corresponden a las normales climatológicas históricas que caracterizan el comportamiento térmico de la llanura costera de Guerrero. Para la caracterización térmica específica del sitio de desplante del proyecto "CASA ZANKA", se analizaron los registros oficiales de la estación climatológica de referencia No. 12174 "Rancho Nuevo", operada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Los datos procesados corresponden al periodo estándar de normales climatológicas de 30 años (1991-2020), asegurando la representatividad estadística y el rigor metodológico exigidos para la descripción del medio abiótico, de acuerdo con los criterios establecidos en la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular.

Los datos obtenidos permiten establecer la línea de base para el componente térmico del Sistema Ambiental (SA), sirviendo como fundamento para el análisis de confort ambiental y la evaluación de impactos sobre los componentes bióticos locales (ver Tabla).

Mes	Temperatura Media (°C)
Enero	26.2
Febrero	26.1
Marzo	26.4
Abril	26.9
Mayo	27.9
Junio	28.2

Julio	27.8
Agosto	27.8
Septiembre	27.5
Octubre	27.7
Noviembre	27.3
Diciembre	26.6
Promedio Anual	**27.2**

Tabla 11. Valores de temperatura media mensual y anual en la Estación Climatológica No. 12174 "Rancho Nuevo" (Petatlán, Guerrero).

Ficha Técnica de la Estación Meteorológica de Referencia

- Nombre de la Estación: Rancho Nuevo (Clave SMN: 12174).
- Ubicación Geográfica: Municipio de Petatlán, Guerrero.
- Fuente de Datos: Normales Climatológicas por Estación (Periodo 1991-2020), SMN-CONAGUA

Criterio de Selección: La selección de esta unidad analítica se fundamentó en su estricta proximidad geográfica con el polígono de estudio, su ubicación dentro de la misma llanura litoral y el hecho de compartir la misma altitud y el subtipo climático de menor humedad (Aw_0). Estas variables garantizan que la información hidrometeorológica refleje con máxima precisión y fidelidad las dinámicas del Sistema Ambiental local.

Precipitación media mensual y anual

Los valores de aportación pluvial acumulada corresponden a las normales climatológicas históricas procesadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Para el modelado hidrológico, el balance hídrico y el análisis de escurrimientos superficiales en el sitio de desplante del proyecto "CASA ZANKA", se utilizaron los registros estadísticos de la estación climatológica de referencia No. 12174 "Rancho Nuevo", ubicada en el municipio de Petatlán, Guerrero. Los datos procesados corresponden al periodo estándar de 30 años (1991-2020), asegurando la representatividad estadística exigida por la normativa ambiental vigente.

Como se desglosa en la Tabla 12, el régimen pluviométrico registrado en esta estación valida el comportamiento característico del clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_0). La precipitación media anual acumulada en la zona es de 1,024.5 mm. El periodo de lluvias se concentra marcadamente en el cuatrimestre de junio a septiembre, siendo septiembre el mes con mayor captación pluvial (275.4 mm) debido a la influencia estacional de los sistemas ciclónicos, ondas tropicales y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en el Pacífico. Por el contrario, el periodo de estiaje severo comprende de noviembre a mayo, registrando a marzo como el mes más seco (0.8 mm).

Mes	**Precipitación Media (mm)**
Enero	7.2
Febrero	2.5
Marzo	0.8
Abril	1.1
Mayo	12.4
Junio	165.8
Julio	198.2
Agosto	211.5

Septiembre	275.4
Octubre	128.6
Noviembre	16.1
Diciembre	4.9
Acumulado Anual	**1,024.5**

Tabla 12. Valores de precipitación media mensual y anual acumulada en la Estación Climatológica No. 12174 "Rancho Nuevo" (Petatlán, Guerrero).

El análisis detallado de la Tabla 12 es un factor crítico para el diseño constructivo y la operación del proyecto, ya que el 93.8% del volumen anual de lluvia se descarga exclusivamente entre los meses de junio y septiembre.

Está marcada concentración pluvial genera condiciones estacionales de saturación hídrica en los suelos de la llanura costera y un incremento en los aportes de agua dulce hacia el sistema lagunar de Barra de Potosí. En contraste, el prolongado periodo de estiaje (noviembre a mayo) acentúa el estrés hídrico de la vegetación secundaria arbustiva del predio y eleva la tasa de evaporación local, dinámicas naturales que deberán ser amortiguadas mediante el correcto diseño de las obras de infiltración y manejo de escurrimientos pluviales del proyecto turístico.

Vientos dominantes

La dinámica eólica en el área de estudio responde directamente a la interacción termodinámica entre la masa marina del Océano Pacífico y la llanura costera, modulada estacionalmente por los sistemas de presión regionales. De acuerdo con los registros históricos recopilados para la costa de Guerrero y las especificaciones físicas del Sistema Ambiental, los vientos dominantes se clasifican y distribuyen bajo el siguiente régimen estacional:

Régimen del periodo húmedo (mayo a octubre): Durante la temporada de lluvias, la dinámica de los vientos está gobernada por el ingreso de humedad proveniente de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), las ondas tropicales y el desarrollo de sistemas ciclónicos. En este periodo, los vientos dominantes provienen de manera persistente con dirección Sureste (SE). Estas corrientes marinas, cálidas y húmedas, son las principales responsables de las mayores aportaciones pluviales en el municipio.

Régimen del periodo seco o estiaje (noviembre a abril): Durante el invierno y la primavera, el patrón de circulación atmosférica cambia debido al dominio de altas presiones continentales y al desplazamiento de frentes fríos (masas de aire continental polar). En esta etapa, los vientos dominantes registran un viraje generalizado, soplando predominantemente con dirección Noroeste (NW). Estos vientos suelen ser más secos y ejercen una acción de arrastre que eleva las tasas de evaporación superficial.

Velocidades promedio y eventos extraordinarios: Las velocidades medias mensuales oscilan de forma regular entre los 8 km/h y 14 km/h. No obstante, durante la transición de la brisa marina (efecto térmico diario diurno/nocturno entre el mar y la tierra), se registran rachas locales de hasta 25 km/h. Los eventos extraordinarios o de máxima intensidad se asocian exclusivamente a fenómenos hidrometeorológicos extremos (tormentas tropicales y huracanes), donde los vientos pueden superar los límites críticos de la escala regional.

El conocimiento de la dirección y velocidad de los vientos dominantes es un factor analítico esencial para el proyecto "CASA ZANKA", debido a su colindancia inmediata con el sistema de dunas y la

barra arenosa. Los vientos del Noroeste (NW) durante el estiaje ejercen una fuerza de transporte eólico constante sobre los granos de arena, dictando la morfología y estabilización natural de las dunas costeras adyacentes. Por esta razón, el diseño arquitectónico y el desplante de las obras deberán prever la libre circulación del viento y la preservación de la vegetación halófila asociada, evitando generar barreras físicas rígidas que alteren el balance sedimentario o provoquen erosión eólica localizada que comprometa la estabilidad del predio.

Tormentas tropicales y huracanes

La vertiente del Pacífico mexicano, y de manera específica la región de la Costa Grande de Guerrero se encuentra clasificada geográficamente como una zona de alta vulnerabilidad y recurrencia ante la incidencia de ciclones tropicales. La temporada oficial de estos fenómenos hidrometeorológicos abarca anualmente del 15 de mayo al 30 de noviembre, periodo en el cual el Sistema Ambiental (SA) experimenta riesgos por vientos de fuerza de huracán, marea de tormenta e inundaciones pluviales.

A nivel regional, la trayectoria histórica de los ciclones tropicales que se desarrollan en el Pacífico nororiental impacta de dos formas principales al municipio de Petatlán:

Impacto Directo: Fenómenos que ingresan a tierra sobre la línea de costa de la subcuenca RH19Ca, provocando afectaciones severas e inmediatas en la infraestructura costera debido a la fuerza del viento y el oleaje elevado.

Impacto Indirecto (Efecto de Arrastre): Ciclones que avanzan de manera paralela a la costa de Guerrero con dirección Noroeste (NW). Aunque el ojo del sistema no toque tierra en el municipio, sus bandas nubosas generan precipitaciones extraordinarias y continuas (lluvias torrenciales) que saturan rápidamente la capacidad de absorción de la cuenca, provocando avenidas extraordinarias en los ríos e inundaciones por desbordamiento en los sistemas lagunares someros, como la Laguna de Barra de Potosí.

Historial de eventos significativos en la región

El análisis retrospectivo de la calidad y estabilidad ambiental del sitio demuestra que la morfología de la barra arenosa y la vegetación de dunas costeras han sido modeladas históricamente por la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

Entre los sistemas de mayor intensidad con registro de afectación severa en la franja costera de Petatlán y zonas colindantes destacan:

- **Huracán Pauline (1997):** De categoría 4, generó acumulados de lluvia históricos que transformaron por completo la dinámica de escurrimientos de los ríos costeros y causaron inundaciones severas en toda la llanura litoral de Guerrero.
- **Tormenta Tropical Manuel y Huracán Ingrid (2013):** Un evento simultáneo de carácter extraordinario en ambas costas del país. La persistencia de las lluvias torrenciales de Manuel provocó el colapso de vías generales de comunicación, el desbordamiento generalizado de cuerpos de agua y alteraciones drásticas en las aperturas de las barras arenosas hacia el océano
- **Huracán Rick (2021):** De categoría 5, impactó directamente en los límites de la Costa Grande de Guerrero, registrando vientos sostenidos y rachas destructivas que afectaron la

estructura forestal de la Selva Baja Caducifolia y causaron pérdidas de infraestructura rústica en la zona litoraleña.

- **Huracán Otis (2023) y Huracán John (2024):** Eventos de intensificación rápida y trayectorias complejas en el estado de Guerrero que redefinieron los criterios de seguridad estructural, inundabilidad y resistencia de dunas costeras ante el incremento de mareas de tormenta extraordinarias.

Dada la ubicación del proyecto "CASA ZANKA" en la Fracción IV, lote 14-A de la Laguna de Barra de Potosí, el predio se encuentra expuesto en primera línea a los efectos dinámicos de los ciclones tropicales.

Durante el impacto de un huracán, el riesgo principal en el sitio se asocia a la marea de tormenta (sobreelevación del nivel del mar) y al oleaje de alta energía, fenómenos que pueden provocar procesos de erosión acelerada sobre la Vegetación de Dunas Costeras y el ingreso transitorio de agua marina hacia las zonas bajas del predio. Por lo anterior, l**as medidas de mitigación y los criterios de preparación del sitio deberán considerar** lo siguiente:

- Un desplante de las obras principales que respete la berma natural y la altura de la duna protectora.
- El uso de sistemas de cimentación palafítica o sobreelevada para las estructuras habitables del giro turístico, garantizando el libre flujo del agua ante inundaciones extraordinarias y mareas de tormenta.
- Un programa de contingencia hidrometeorológica permanente durante la etapa de construcción y operación del proyecto para salvaguardar la vida humana y la estabilidad del entorno ambiental.

Eventos de "Nortes"

El fenómeno meteorológico conocido localmente en México como "Norte" se asocia directamente al desplazamiento de masas de aire continental polar y frentes fríos provenientes de las regiones árticas de América del Norte hacia el sur del continente durante el periodo invernal (principalmente entre los meses de noviembre y marzo).

Si bien los efectos más severos y directos de los "Nortes" caracterizados por vientos huracanados e intensas precipitaciones se concentran en el Golfo de México y la península de Yucatán, estas masas de aire frío poseen una magnitud tal que logran rebasar la barrera orográfica de la Sierra Madre del Sur. Al descender hacia la vertiente del Pacífico y adentrarse en la llanura costera del municipio de Petatlán, sus características físicas se modifican de la siguiente manera:

- **Efectos dinámicos en la costa de Guerrero:** Al cruzar hacia el Pacífico central, el fenómeno pierde la humedad original del Atlántico debido al efecto de sombra pluvial que ejerce la sierra. En consecuencia, se manifiesta en el Sistema Ambiental (SA) como un flujo de vientos persistentes y secos que soplan con dirección dominante del Noroeste (NW) y del Norte.
- **Modificaciones térmicas e hídricas:** Estos eventos son los principales responsables del descenso térmico relativo que experimenta la región costera durante los meses de enero y febrero (validando las medias de hasta 26.1 °C registradas en la Estación No. 12174 "Rancho Nuevo"). Asimismo, al tratarse de vientos secos y continentales, inhiben casi por

completo la formación de nubes de convección, consolidando el periodo de estiaje severo y elevando los índices de evapotranspiración en el sistema vegetal.

- **Alteraciones litorales (mar de fondo y oleaje):** Aunque los vientos en tierra raras veces superan los 25 km/h durante estos eventos en Petatlán, el gradiente de presión atmosférica remota sobre el Océano Pacífico suele generar perturbaciones marinas secundarias. Esto se traduce en un incremento de la energía del oleaje estacional o eventos moderados de mar de fondo, alterando transitoriamente la hidrodinámica costera.

Los eventos de "Nortes" juegan un papel dual y crítico en el polígono de "CASA ZANKA". Por un lado, la persistencia de estos vientos secos del Noroeste durante el invierno promueve el transporte eólico de sedimentos arenosos, permitiendo que la arena de la playa se desplace hacia el interior para alimentar y estabilizar el cordón de dunas costeras adyacente al predio.

Por otro lado, el oleaje de mayor energía asociado de manera indirecta a estos sistemas frontales puede propiciar procesos locales de erosión playera estacional. Debido a esto, se ratifica la necesidad de que el proyecto no altere la morfología de la barra arenosa ni retire la vegetación halófila fijadora, asegurando que el microecosistema conserve su capacidad natural de amortiguamiento y balance sedimentario durante toda la temporada invernal.

Geología y geomorfología

El área de estudio se circunscribe formalmente dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, una provincia caracterizada por una compleja evolución tectónica y litológica asociada directamente al proceso histórico de subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa Norteamericana.

A nivel regional, la geología circundante constituye una unidad estructural densa conformada por rocas cristalinas, metamórficas e intrusiones ígneas cuyos orígenes abarcan desde el Precámbrico hasta el Cenozoico, profundamente afectada por procesos de afallamiento y plegamiento (López, 1981). De acuerdo con la cartografía geológica oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la evolución tectónico-magmática de esta porción de la costa guerrerense generó durante el Mesozoico un arco insular donde se depositaron potentes secuencias volcánicas y sedimentarias, posteriormente metamorfizadas en meta-andesitas, esquistos y calizas. Posteriormente, durante el Terciario (Cenozoico), la actividad tectónica vinculada a la Orogenia Laramídica propició el emplazamiento de grandes cuerpos plutónicos de composición granítica y granodiorítica, los cuales definen hoy en día los basamentos y lomeríos que bordean la franja costera.

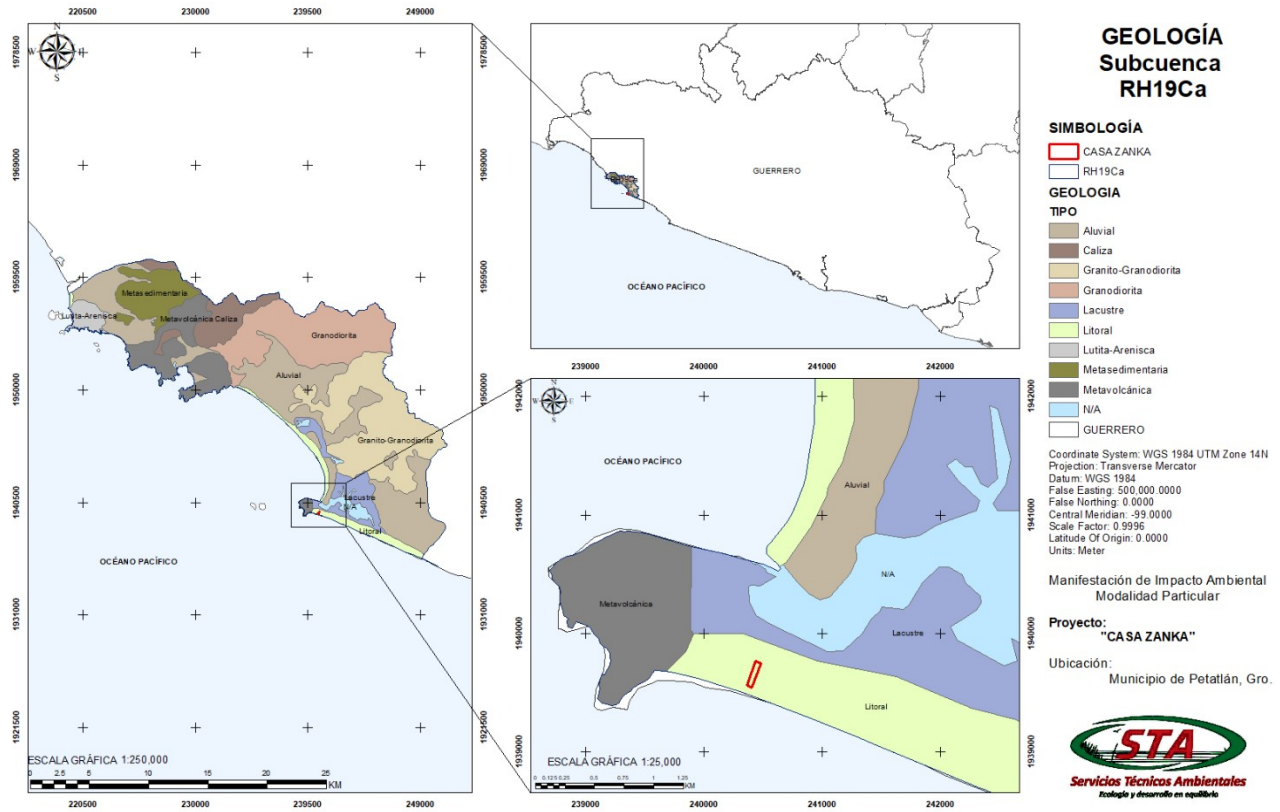


Imagen 14. Configuración geológica de la Subcuenca RH19Ca y sitio de desplante del proyecto. https://www.inegi.org.mx/

Geología local del sitio de desplante

A pesar del imponente contexto montañoso regional, la geología local en el punto específico de ejecución del proyecto "CASA ZANKA" Fracción IV, Lote 14-A de la Laguna de Barra de Potosí, municipio de Petatlán cambia de manera radical hacia unidades sedimentarias recientes.

El predio se desplanta en su totalidad sobre terrenos correspondientes al Período Cuaternario (Q), constituidos por depósitos superficiales no consolidados de origen Litoral (al) y Aluvial (al). Estas unidades se componen principalmente de:

- Arenas de grano medio a fino: Arenas cuarzo-feldespáticas de origen marino y eólico que conforman las dunas costeras y la playa actual.
- Depósitos lacustres y palustres: Sedimentos limo-arcillosos con alto contenido de materia orgánica, acumulados estacionalmente debido a las fluctuaciones del nivel del sistema lagunar adyacente.

Caracterización geomorfológica

Desde la perspectiva geomorfológica, el relieve sobre el cual interactuará el proyecto corresponde a una Planicie Costera o Llanura Litoral, caracterizada por pendientes topográficas prácticamente

planas a suavemente inclinadas menores al 2%. Las microformas de relieve identificadas en el Área de estudio inmediato y con las que el proyecto tendrá relación directa son:

- Cordón de Dunas Costeras: Promontorios arenosos de origen eólico que actúan como la primera barrera de retención mecánica contra la energía del oleaje y las mareas de tormenta. Su estabilidad morfológica depende estrechamente de la cobertura de vegetación halófila.
- Barra arenosa de transición: Geoforma dinámica litoral que separa estacionalmente el cuerpo de agua dulce/salobre de la laguna del régimen marino abierto del Océano Pacífico.
- Llanura aluvial somera: Zonas bajas adyacentes sujetas a inundaciones periódicas durante el pico de la temporada húmeda, asociadas a la descarga hidrológica de la subcuenca RH19Ca.

La naturaleza geológica y geomorfológica del predio determina las pautas de ingeniería ambiental para "CASA ZANKA". Debido a que el sustrato se compone de sedimentos arenosos cuaternarios no consolidados de origen litoral, el terreno posee una **alta permeabilidad y una baja capacidad de cohesión mecánica**. Esta condición litológica representa un factor crítico bajo dos escenarios:

- **Riesgo sísmico y licuefacción:** Al ubicarse en una zona de alta actividad sísmica (cercana a la fosa de subducción), los suelos arenosos saturados de agua por la proximidad de la laguna son susceptibles a fenómenos de licuación durante sismos de gran magnitud. Las estructuras habitables del giro turístico deberán contar con diseños de cimentación adecuados (como pilotes o losas aligeradas) que transmitan las cargas hacia estratos más firmes o estables.
- **Vulnerabilidad a la erosión:** Al tratarse de morfologías dinámicas y blandas (llanura litoral y dunas), el retiro desmedido de la vegetación nativa o la construcción de estructuras pesadas rígidas puede acelerar procesos de erosión costera o eólica. Se ratifica el criterio de emplear una arquitectura de bajo impacto, preferentemente sobreelevada, que mantenga la continuidad morfológica del relieve costero.

Características:

El relieve del área de estudio y su entorno regional se encuentra estrechamente ligado a la evolución tectónica de la vertiente del Pacífico en el estado de Guerrero. De acuerdo con el análisis cartográfico a escala macro y micro presentado en el plano, el terreno queda integrado por unidades geomorfológicas bien definidas que regulan el escurrimiento superficial de la subcuenca RH19Ca hacia el litoral:

- Sierra baja compleja: Constituye la estribación montañosa continental ubicada al norte y noreste de la subcuenca. Esta geoforma se caracteriza por un relieve de juventud con pendientes pronunciadas, laderas abruptas y valles estrechos encajonados que actúan como la zona alta de captación hidrológica regional.
- Llanura costera con lomerío: Zona de transición geomorfológica que amortigua el cambio de pendiente entre la porción montañosa y la franja litoral. Presenta elevaciones menores de contornos suaves, colinas bajas y valles aluviales colmatados que evidencian un estado de madurez erosiva y un sistema de drenaje bien integrado.
- Llanura costera: Unidad de relieve predominantemente plano a plano-suave constituida por el depósito constante de sedimentos cuaternarios de origen fluvial y marino. Esta provincia

aloja los principales valles agrícolas y llanuras de inundación estacional en la porción baja de la cuenca.

- Llanura costera salina / marginal: Corresponde a la microforma litoral de tierras bajas asociada directamente a la línea de costa y al sistema lagunar marginal. Esta unidad geomorfológica incluye las playas actuales, las bermas, los cordones de dunas eólicas y los terrenos palustres inundables que sufren variaciones de salinidad por la influencia de las mareas y las descargas de agua dulce de la laguna.

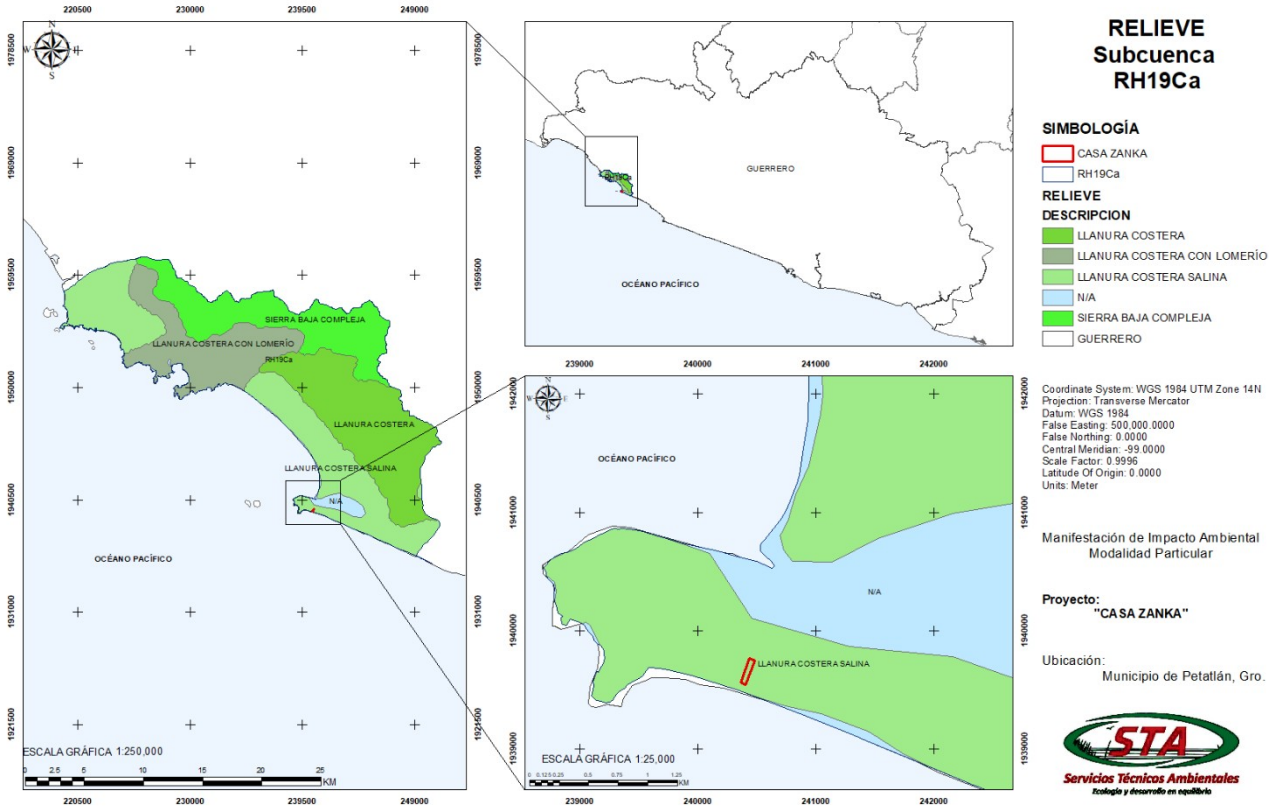


Imagen 15. Unidades de relieve en la Subcuenca RH19Bb. se asienta de manera exclusiva dentro de la unidad de Llanura Costera Salina en el Municipio de Petatlán, Guerrero, adyacente a los cuerpos lagunares marginales. https://www.inegi.org.mx/

El proyecto "CASA ZANKA" se localiza formalmente sobre la franja de la Llanura Costera Salina. El hecho de que el sitio de desplante se ubique sobre esta geoforma implica consideraciones ambientales críticas:

- Dinámica de Inundabilidad: Al ser una llanura litoral baja, el terreno presenta una pendiente topográfica prácticamente nula (menor al 1%), lo que reduce la velocidad de los flujos pluviales superficiales y propicias zonas de acumulación transitoria o saturación del suelo durante eventos hidrometeorológicos extraordinarios.
- Sensibilidad de Microformas (Dunas y Playas): Como parte de la llanura salina y litoral, el predio colinda con dunas costeras vivas o semifijas. Modificar de forma rígida esta morfología blanda e inestable aceleraría la pérdida de sustrato arenoso por erosión eólica o hidráulica.

Geología estructural y sismicidad

La porción litoral del estado de Guerrero se localiza en una de las regiones tectónicas más dinámicas y complejas del continente americano. La geología estructural y la sismicidad del área de estudio están gobernadas de manera directa por la interacción de un margen convergente, donde ocurre el proceso de subducción de la Placa de Cocos por debajo de la Placa Norteamericana.

Este fenómeno geodinámico se suscita a lo largo de la Trinchera Mesoamericana (Fosa de Acapulco), ubicada de manera paralela a la línea de costa actual. En esta zona, la Placa de Cocos (de corteza oceánica, más densa) se desplaza hacia el noreste introduciéndose bajo la Placa Norteamericana (de corteza continental) con una tasa de convergencia promedio de entre 5 y 7 cm por año. La fricción interplaca y la acumulación constante de energía elástica en la zona de acoplamiento sismogénico no solo definen la escarpa y la orografía rejuvenecida de la Sierra Madre del Sur, sino que consolidan a la franja costera de Petatlán como un entorno de alta sismicidad histórica y potencial destructivo.

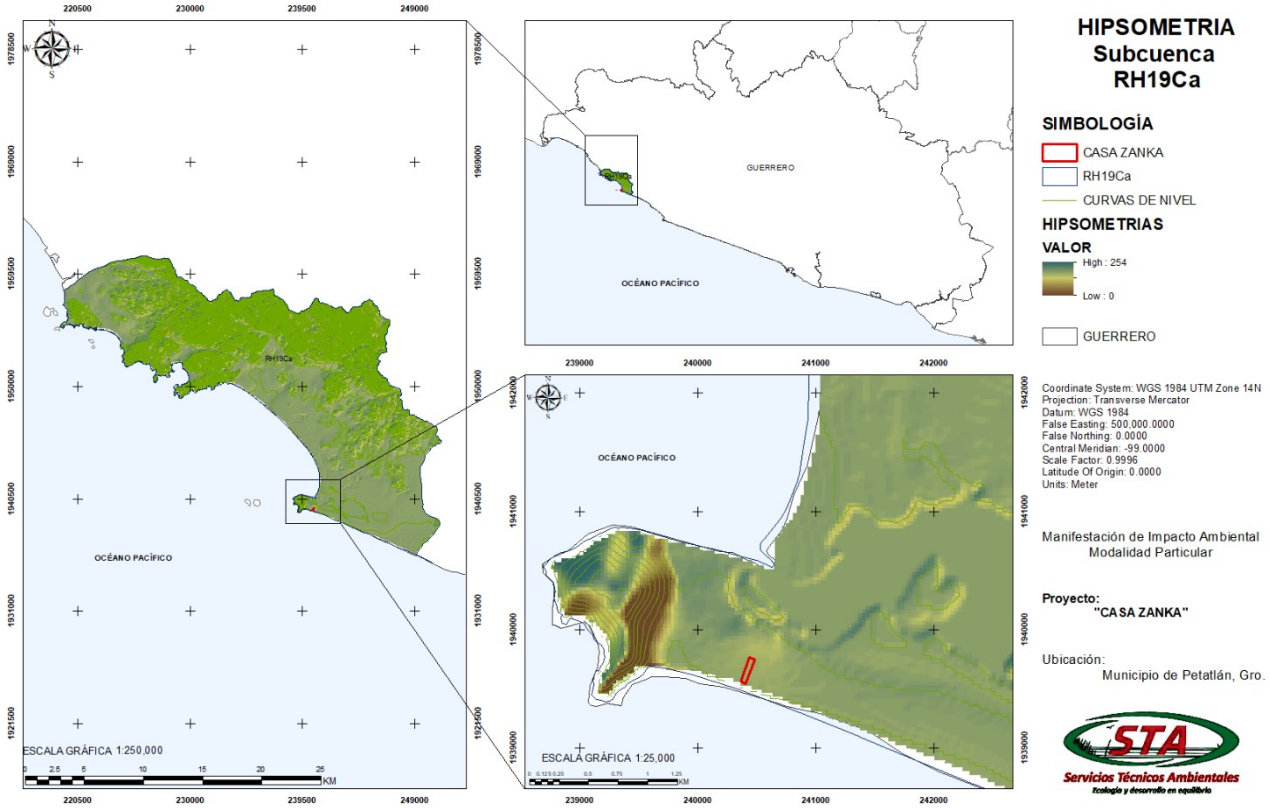


Imagen 16. Distribución altimétrica en la Subcuenca RH19Bb. https://www.inegi.org.mx/

La "Brecha de Guerrero" (Guerrero Seismic Gap)

Desde la perspectiva de la geología estructural, el sitio del proyecto "CASA ZANKA" posee una relevancia crítica debido a su vecindad y emplazamiento dentro del segmento sismológico conocido como la Brecha de Guerrero. Esta zona, que se extiende aproximadamente desde Acapulco hasta Petatlán (Zihuatanejo), se caracteriza por la ausencia de terremotos de gran magnitud (M > 7.5) desde principios del siglo XX (específicamente desde 1911).

Los modelos geofísicos e institucionales del Servicio Sismológico Nacional (SSN) indican que este bloque estructural acumula un importante déficit de liberación de energía, lo que incrementa probabilísticamente la ocurrencia de sismos de gran magnitud en el corto o mediano plazo, así como la manifestación continua de enjambres sísmicos de menor intensidad y sismos lentos (o eventos de deslizamiento silencioso) que deforman transitoriamente la corteza costera local.

Dada la naturaleza litológica del predio de "CASA ZANKA"

Constituido exclusivamente por arenas de la unidad Litoral y limos saturados de las unidades Aluvial y Lacustre, el riesgo sísmico regional se magnifica por factores de respuesta de sitio.

Durante la ocurrencia de un evento sísmico mayor, los terrenos arenosos sueltos y con mantos freáticos someros (debido a la colindancia con la Laguna de Barra de Potosí) son altamente susceptibles a experimentar el fenómeno de licuación o licuefacción de suelos. Este proceso físico provoca que la presión del agua en los poros del subsuelo iguale a la presión de confinamiento, ocasionando que la arena pierda por completo su resistencia al esfuerzo cortante y se comporte temporalmente como un fluido denso.

Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las obras turísticas y mitigar los riesgos geológicos identificados, se deberán implementar los siguientes lineamientos de ingeniería:

- Cimentaciones especiales: Diseñar y desplantar las estructuras habitables mediante sistemas de cimentación profunda (pilotes) o losas de cimentación aligeradas y robustas, calculadas bajo las especificaciones del Reglamento de Construcciones vigente para zonas de Alta Sismicidad (Zona D).
- Flexibilidad estructural: Utilizar materiales de construcción ligeros y flexibles (como madera certificada, estructuras de bambú o marcos de acero), reduciendo el peso propio de la edificación y facilitando su adaptación mecánica ante solicitaciones dinámicas de origen sísmico, sin comprometer la rigidez del relieve costero blando.

Susceptibilidad de la zona: Sismicidad, Deslizamiento, Derrumbes, Inundaciones, Otros movimientos de tierras o rocas y posible actividad volcánica.

El diagnóstico ambiental y de seguridad para el sitio de desplante del proyecto requiere evaluar la susceptibilidad del terreno ante fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico. Debido a su ubicación en la llanura costera baja de la subcuenca RH19Ca, el predio presenta niveles de susceptibilidad diferenciados para cada fenómeno:

1. **Sismicidad**

Nivel de Susceptibilidad: Muy Alta.

Diagnóstico: El polígono del proyecto se localiza dentro de la Zona Sísmica D del mapa de regionalización de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el Servicio Sismológico Nacional (SSN). Esta clasificación corresponde a la máxima categoría de aceleración del suelo en el país.

Efectos Locales: Debido a que el sustrato del predio está constituido por arenas de origen Litoral y limos de la unidad Aluvial con un manto freático somero (por su colindancia con la Laguna de Barra de Potosí), la principal amenaza sísmica secundaria es la licuefacción de suelos. Ante un movimiento telúrico de gran magnitud, el terreno arenoso puede perder temporalmente su capacidad de carga, demandando cimentaciones palafíticas o losas aligeradas rígidas.

2. Deslizamientos, Derrumbes y Otros Movimientos de Tierras o Rocas

Nivel de Susceptibilidad: Nula a Despreciable.

Diagnóstico: Como se demuestra en el mapa de pendientes y relieve, el polígono del proyecto se desplanta sobre la unidad de Llanura Costera Salina, la cual presenta una topografía prácticamente plana con pendientes inferiores al 1% o 2%.

Efectos Locales: Los fenómenos de remoción en masa (como derrumbes de rocas, flujos de lodo o deslizamientos de laderas) son exclusivos de la Sierra Baja Compleja y las zonas de lomeríos pronunciados ubicadas en la porción alta y continental de la subcuenca. Al no existir cortes de terreno estables, taludes verticales ni desniveles topográficos en el predio o sus accesos inmediatos, este riesgo queda descartado para la integridad de las obras de "CASA ZANKA".

3. Inundaciones

Nivel de Susceptibilidad: Alta (Estacional y Extraordinaria).

Diagnóstico: La baja altitud del terreno y su condición geomorfológica de llanura litoral baja lo sitúan en una zona de descarga hidrológica natural donde confluyen los escurrimientos pluviales superficiales de la cuenca y las fluctuaciones dinámicas del vaso lagunar.

Efectos Locales: La susceptibilidad a inundaciones responde a dos variables críticas:

Inundación Pluvial/Lagunar: Durante el pico de la temporada de lluvias (junio a septiembre), el volumen acumulado de precipitación satura los suelos de las unidades aluviales y lacustres, elevando el nivel de la Laguna de Barra de Potosí e invadiendo temporalmente las zonas bajas del predio.

Marea de Tormenta e Inundación Marina: Ante el impacto directo o indirecto de ciclones tropicales (como los históricos Pauline, Manuel, o los recientes Otis y John), el oleaje de alta energía y la sobreelevación del nivel del mar pueden rebasar la berma de la playa e inundar la franja litoral. Esto ratifica la necesidad de implementar una arquitectura palafítica o sobreelevada.

4. Posible Actividad Volcánica

Nivel de Susceptibilidad: Nula.

Diagnóstico: Aunque el estado de Guerrero posee una geología estructural compleja y un historial magmático intrusivo que dio origen a los cuerpos de granito-granodiorita, el sitio del proyecto se encuentra completamente fuera del Eje Neovolcánico Transversal.

Efectos Locales: No existen aparatos volcánicos activos, manifestaciones de vulcanismo atenuado (como fumarolas o aguas termales), ni registros geológicos cuaternarios de eventos piroclásticos en el municipio de Petatlán o sus alrededores. Por lo tanto, este fenómeno no representa peligro alguno para el Sistema Ambiental o el desarrollo inmobiliario.

TABLA QUE MUESTRA SISMOS DEL 2000 AL 2026 EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fecha	Hora	Mag	Lat	Long	Prof.	Referencia de localización
05/03/2001	04:17:36	5.2	17.13	-100.06	32	14 km al NORTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO
06/03/2001	15:57:56	5.3	17.14	-100.1	32	15 km al NORTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO

07/10/2001	21:39:19	6.1	16.94	-100.14	4	9 km al SUROESTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO
28/10/2001	23:23:12	5.4	17	-100.19	4	11 km al OESTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO
23/11/2001	00:41:37	5.1	16.96	-100.19	5	12 km al SUROESTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO
18/04/2002	00:02:45	6.5	16.77	-101.12	22	72 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
18/04/2002	06:00:41	5.3	17.19	-101.34	16	39 km al SUR de PETATLAN, GRO
18/04/2002	12:57:19	6	16.66	-101.89	12	115 km al SUROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
18/04/2002	13:00:38	5.5	16.84	-101.62	16	85 km al SUROESTE de PETATLAN, GRO
28/05/2002	16:33:57	5.1	16.29	-99.56	17	59 km al SUROESTE de SAN MARCOS, GRO
30/08/2002	16:11:43	5.3	16.69	-100.93	19	67 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
25/09/2002	13:14:48	5.3	16.86	-100.12	5	17 km al SUR de COYUCA DE BENITEZ, GRO
27/09/2002	02:04:58	5.4	17.16	-100.59	37	8 km al SURESTE de TECPAN, GRO
04/11/2002	04:00:45	5.2	17.25	-101.6	4	44 km al SUR de ZIHUATANEJO, GRO
06/11/2002	10:02:30	5.1	15.68	-99.29	16	124 km al SUR de SAN MARCOS, GRO
09/12/2002	21:09:35	5.5	17.41	-101.26	29	14 km al SUR de PETATLAN, GRO
09/01/2003	20:08:02	5.3	16.97	-100.3	30	23 km al OESTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO
01/01/2004	17:31:49	6.3	17.34	-101.42	6	27 km al SUROESTE de PETATLAN, GRO
01/01/2004	17:58:02	5.8	17.3	-101.36	14	28 km al SUROESTE de PETATLAN, GRO
20/02/2006	04:54:23	5	18.14	-100.75	51	26 km al SUROESTE de CD ALTAMIRANO, GRO
18/11/2006	07:07:25	5.1	15.64	-99.36	26	128 km al SUR de SAN MARCOS, GRO
13/04/2007	00:42:23	5.6	17.13	-100.38	34	10 km al SURESTE de ATOYAC DE ALVAREZ, GRO
13/04/2007	03:43:47	5.3	17.14	-100.3	36	16 km al SURESTE de ATOYAC DE ALVAREZ, GRO
19/04/2007	05:02:10	5.1	17.24	-101.3	24	33 km al SUR de PETATLAN, GRO
06/11/2007	00:35:40	5.6	16.93	-100.11	3	9 km al SUROESTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO
23/09/2008	17:46:15	5.2	16.45	-100.11	10	52 km al SUROESTE de ACAPULCO, GRO
20/10/2008	00:01:02	5	17.17	-101.37	21	42 km al SUR de PETATLAN, GRO
31/01/2009	07:24:58	5.2	17.66	-101.94	5	41 km al OESTE de ZIHUATANEJO, GRO
27/03/2009	02:48:16	5.3	17.4	-100.8	22	27 km al NOROESTE de TECPAN, GRO
27/04/2009	11:46:27	5.7	16.88	-99.62	6	26 km al NOROESTE de SAN MARCOS, GRO
15/08/2009	08:22:44	5.4	18.05	-100.67	57	34 km al SUR de CD ALTAMIRANO, GRO
25/05/2010	18:36:14	5	17.15	-101.16	4	44 km al SURESTE de PETATLAN, GRO
26/04/2011	06:07:28	5.5	16.71	-99.68	8	29 km al SURESTE de ACAPULCO, GRO
05/05/2011	08:24:07	5.5	16.61	-98.91	12	54 km al OESTE de OMETEPEC, GRO
18/06/2011	17:54:44	5.2	16.9	-99.61	29	26 km al NOROESTE de SAN MARCOS, GRO
10/12/2011	19:47:25	6.5	17.84	-99.96	54	50 km al NOROESTE de ZUMPANGO DEL RIO, GRO
20/03/2012	12:02:48	7.5	16.264	-98.457	18	46 km al SUR de OMETEPEC, GRO
20/03/2012	13:34:10	5.2	16.2165	-98.6803	6.1	59 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
01/04/2012	17:23:48	5	16.4648	-98.5445	20	28 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
02/04/2012	12:36:43	6	16.2948	-98.544	12	45 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
01/05/2012	11:37:58	5.6	18.2507	-101.085	51.1	46 km al SUROESTE de CD ALTAMIRANO, GRO
15/11/2012	03:20:22	6.1	18.1832	-100.529	45.4	24 km al SURESTE de CD ALTAMIRANO, GRO
15/01/2013	13:20:27	5	16.4907	-98.491	12.1	23 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
04/04/2013	19:58:48	5.3	17.1092	-100.808	15.2	23 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
11/04/2013	22:45:09	5.2	17.7727	-101.599	37.2	15 km al NOROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
16/06/2013	00:19:02	5.8	18.113	-99.2283	55.1	24 km al SURESTE de CD DE HUITZUCO, GRO
01/08/2013	05:24:52	5	14.4118	-103.113	5	394 km al SUROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
06/08/2013	15:17:30	5	16.5127	-98.607	20	29 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
13/08/2013	11:50:42	5	16.5462	-98.5742	6.7	23 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
16/08/2013	10:33:00	5.1	16.5087	-98.5793	17.4	27 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
21/08/2013	07:38:29	6	16.7527	-99.5812	5	21 km al OESTE de SAN MARCOS, GRO
21/08/2013	08:02:18	5	16.7258	-99.7013	10.1	26 km al SURESTE de ACAPULCO, GRO
06/10/2013	10:10:56	5	16.8263	-100.109	5	20 km al SUR de COYUCA DE BENITEZ, GRO
30/11/2013	19:30:15	5	17.3595	-101.649	10	33 km al SUROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
30/11/2013	21:20:55	5.4	17.295	-101.668	20	41 km al SUROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
18/04/2014	09:27:21	7.2	17.011	-101.46	18	61 km al SUROESTE de PETATLAN, GRO
19/04/2014	09:58:15	5.2	17.348	-101.31	18	21 km al SUR de PETATLAN, GRO
08/05/2014	12:00:14	6.5	16.986	-100.916	10	40 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
08/05/2014	12:16:32	5.1	17.3428	-100.745	33	18 km al NOROESTE de TECPAN, GRO
10/05/2014	02:36:00	6.1	17.036	-100.893	10	35 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
19/05/2014	20:39:14	5	18.0328	-100.095	53.8	37 km al SURESTE de ARCELIA, GRO
22/07/2014	19:28:14	5.2	16.5248	-100.471	10	67 km al SUROESTE de COYUCA DE BENITEZ, GRO
03/08/2014	19:21:50	5	17.1147	-100.823	16.2	24 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
30/09/2015	12:25:54	5.5	17.8388	-101.523	49.5	22 km al NORTE de ZIHUATANEJO, GRO
23/11/2015	14:41:22	5.6	16.8895	-98.8985	25.6	53 km al ESTE de SAN MARCOS, GRO
28/04/2016	20:33:39	6.6	10.271	-103.715	10	837 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
19/07/2016	08:42:46	5	17.4812	-98.8102	56	26 km al SUROESTE de TLAPA, GRO

12/01/2017	04:26:58	5	16.5988	-98.5352	39.2	17 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
13/02/2017	01:29:30	5	16.9978	-99.7322	8.5	23 km al NORESTE de ACAPULCO, GRO
12/05/2017	08:14:11	5	16.5035	-99.061	16.1	48 km al SURESTE de SAN MARCOS, GRO
17/05/2017	04:13:27	5.3	14.3355	-103.177	10	405 km al SUROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
24/05/2017	15:25:29	5.1	17.853	-101.689	40	27 km al NOROESTE de ZIHUATANEJO, GRO
18/08/2017	00:15:12	5.3	16.8533	-100.451	5.7	39 km al SUR de ATOYAC DE ALVAREZ, GRO
25/12/2017	14:23:11	5	16.9863	-99.8452	21.7	14 km al NORESTE de ACAPULCO, GRO
16/05/2018	09:20:29	5.1	18.1868	-100.479	53	25 km al SUROESTE de ARCELIA, GRO
20/05/2018	21:15:20	5	17.0585	-98.6643	36.2	50 km al NOROESTE de OMETEPEC, GRO
12/08/2018	09:42:09	5.2	17.112	-100.839	44.3	25 km al SUROESTE de TECPAN, GRO
22/08/2018	13:03:08	5.3	16.5337	-98.7447	8.1	40 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
24/09/2018	21:22:19	5.2	16.4703	-99.0778	5.1	49 km al SURESTE de SAN MARCOS, GRO
24/09/2018	22:17:17	5	16.4765	-99.06	5	50 km al SURESTE de SAN MARCOS, GRO
26/10/2018	04:48:10	5.1	15.7422	-99.0895	15	121 km al SURESTE de SAN MARCOS, GRO
09/03/2019	08:00:49	5.1	17.26	-100.674	10	6 km al NOROESTE de TECPAN, GRO
05/10/2019	11:20:10	5.1	16.674	-99.6517	17.3	31 km al SUROESTE de SAN MARCOS, GRO
29/01/2020	17:17:48	5.1	16.787	-100.136	14.5	25 km al SUR de COYUCA DE BENITEZ, GRO
30/01/2020	00:47:22	5.3	16.8308	-100.1	17.5	20 km al SUR de COYUCA DE BENITEZ, GRO
20/02/2020	19:48:15	5	17.2247	-100.464	42.9	4 km al NOROESTE de ATOYAC DE ALVAREZ, GRO
29/03/2020	23:08:21	5.1	16.46	-98.8807	6.7	56 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
06/04/2020	20:52:15	5	17.259	-101.34	5.6	32 km al SUR de PETATLAN, GRO
19/03/2021	21:06:31	5.7	16.4755	-98.9322	10.7	60 km al SURESTE de SAN MARCOS, GRO
07/09/2021	20:47:46	7.1	16.7553	-99.9533	15	14 km al SUROESTE de ACAPULCO, GRO
07/09/2021	21:18:03	5.2	16.8897	-99.9295	10	4 km al NOROESTE de ACAPULCO, GRO
07/09/2021	21:58:21	5	16.883	-99.9022	10	1 km al NOROESTE de ACAPULCO, GRO
08/09/2021	00:42:56	5	16.4482	-100.102	15	52 km al SUROESTE de ACAPULCO, GRO
08/09/2021	04:50:18	5	16.7592	-100.006	10.6	17 km al SUROESTE de ACAPULCO, GRO
12/08/2022	03:17:25	5.2	18.2775	-100.977	55.8	34 km al SUROESTE de CD ALTAMIRANO, GRO
13/09/2022	21:58:18	5	17.463	-100.989	26.1	31 km al SURESTE de PETATLAN, GRO
14/10/2022	18:28:02	5	16.5233	-98.5422	15	23 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO
11/12/2022	08:31:32	6	17.1298	-100.627	24.4	10 km al SUR de TECPAN, GRO
18/04/2023	22:55:31	5.1	17.225	-101.11	15.4	39 km al SURESTE de PETATLAN, GRO
16/07/2023	07:44:36	5.2	18.278	-100.899	48.9	26 km al SUROESTE de CD ALTAMIRANO, GRO
23/06/2024	11:16:17	5.2	16.5225	-99.4773	10	31 km al SUROESTE de SAN MARCOS, GRO
27/07/2024	04:30:11	5.4	16.7773	-100.13	10	26 km al SUR de COYUCA DE BENITEZ, GRO
12/10/2024	15:53:05	5	17.3265	-101.071	24.9	32 km al SURESTE de PETATLAN, GRO
22/10/2024	16:17:56	5	16.2727	-99.5643	12.8	61 km al SUROESTE de SAN MARCOS, GRO
28/02/2025	13:39:28	5.1	18.274	-99.4818	49.7	10 km al SURESTE de IGUALA, GRO
02/01/2026	07:58:15	6.5	16.77	-99.413	5	4 km al SUROESTE de SAN MARCOS, GRO
16/01/2026	00:42:56	5	16.725	-99.533	11	17 km al SUROESTE de SAN MARCOS, GRO
05/06/2026	14:55:01	5.2	16.6	-98.641	5	27 km al SUROESTE de OMETEPEC, GRO

Tabla 13. Sismos ocurridos en el estado de Guerrero durante el periodo 2000-2026 (> 5 mag.). FUENTE: http://www.ssn.unam.mx/

Edafología y suelos

La distribución y evolución de las unidades edáficas dentro de la subcuenca RH19Ca responden directamente a la interacción entre el régimen climático cálido subhúmedo, la topografía de la Costa Grande de Guerrero y la alteración fisicoquímica del material parental de origen ígneo y metamórfico de la Sierra Madre del Sur.

De acuerdo con la clasificación internacional del sistema WRB (World Reference Base para Recursos de Suelos, derivado del sistema tradicional FAO-UNESCO) e integrada en la cartografía oficial del plano, la subcuenca presenta un mosaico edafológico donde destacan tres unidades principales que gobiernan el gradiente continental-litoral:

Regosol Eútrico: Unidad edáfica de amplia distribución que predomina en las porciones altas y medias (lomeríos y vertientes montañosas) de la subcuenca. Son suelos jóvenes, poco

desarrollados, con texturas gruesas y alta susceptibilidad a la erosión hídrica en zonas de pendiente pronunciada.

Cambisol Eútrico: Localizado en zonas de transición y valles aluviales interiores. Presenta un desarrollo moderado con presencia de horizontes de alteración física (cambio de estructura o color) y una alta saturación de bases, lo que les confiere una vocación eminentemente agrícola o forestal en la región.

Solonchak Gléyico: Unidad edáfica que domina de forma exclusiva la franja costera baja, las llanuras marginales salinas y las áreas perimetrales a las lagunas litorales de la porción sur de la cuenca.

Unidad edafológica en el sitio de desplante

Al realizar el análisis de gran visión a escala 1:25,000 contenido en el archivo, se ratifica que el polígono del proyecto "CASA ZANKA" se emplaza al 100% sobre la unidad edáfica Solonchak Gléyico (Szgy). Las propiedades físicas y químicas intrínsecas de esta unidad en el predio se describen a continuación:

Salinidad coercitiva (Carácter Solonchak): Son suelos caracterizados por una acumulación permanente o estacional de sales solubles en el perfil (cloruros y sulfatos), debido a la alta tasa de evaporación costera y a la intrusión salina latente. Esta condición limita drásticamente el desarrollo radicular de vegetación convencional, permitiendo únicamente el establecimiento de especies halófilas y de matorral costero adaptadas.

Procesos de reducción anóxica (Carácter Gléyico): La propiedad gléyica indica que el suelo se encuentra sujeto a condiciones de saturación hídrica prolongada o permanente por fluctuaciones del manto freático somero y el vaso de la Laguna de Barra de Potosí. La falta de oxígeno libre en los poros del suelo desencadena procesos de reducción de compuestos de hierro y manganeso, otorgando coloraciones grisáceas, verdosas o azuladas en los horizontes subsuperficiales.

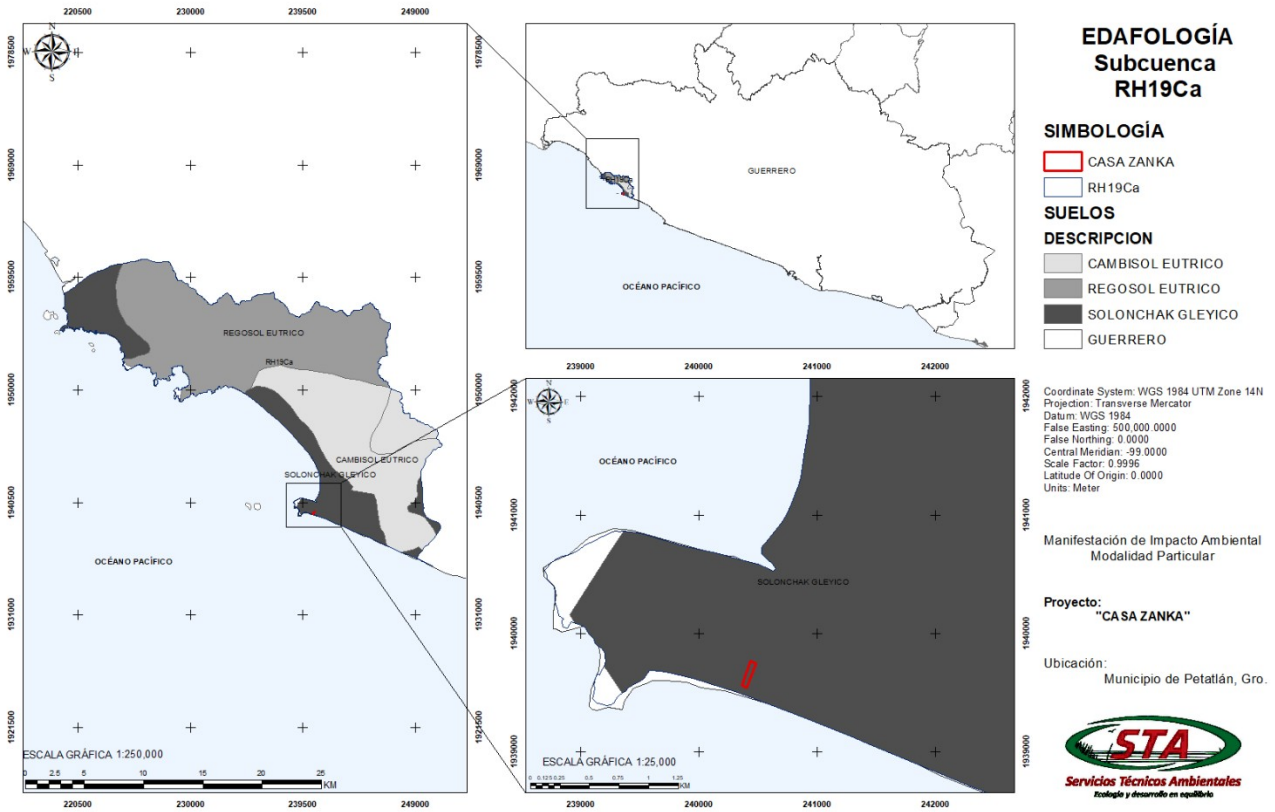


Imagen 17. El mapa ilustra la distribución del componente edáfico regional (escala 1:250,000). En el recuadro de detalle (escala 1:25,000), se aprecia el polígono de "CASA ZANKA" inmerso exclusivamente en la unidad Solonchak Gléyico, colindando directamente con el Océano Pacífico y el sistema lagunar en el municipio de Petatlán, Guerrero. https://www.inegi.org.mx/

Desde la perspectiva de la preparación del sitio y construcción de "CASA ZANKA", el suelo Solonchak Gléyico impone restricciones de ingeniería que deben solventarse mediante el diseño estructural:

- Agresividad química y corrosión: Debido a la alta concentración de sales solubles (conductividad eléctrica elevada) y las condiciones de humedad permanente del carácter gléyico, este suelo es altamente corrosivo para los materiales de construcción convencionales. Las obras civiles y cimentaciones que entren en contacto con el sustrato deberán emplear obligatoriamente cemento Portland puzolánico resistente a los sulfatos (Clase CPR) y recubrimientos anticorrosivos en elementos metálicos para evitar la degradación estructural a mediano plazo.
- Baja capacidad de carga y asentamientos: La presencia de limos saturados y arenas finas de baja cohesión mecánica en condiciones anóxicas confiere al suelo una baja resistencia al esfuerzo cortante. Queda estrictamente prohibido el desplante de estructuras pesadas mediante zapatas superficiales simples; en su lugar, se ratifica la adopción de sistemas palafíticos (pilotes) o losas flotantes aligeradas que absorban de manera segura los movimientos y prevengan asentamientos diferenciales.

Hidrología Superficial

Región Hidrológica No. 19 "Costa Grande" El sitio de desplante del proyecto se circunscribe formalmente dentro de la Región Hidrológica No. 19 (Costa Grande). Esta unidad de gestión ambiental de la CONAGUA constituye una franja homogénea que abarca las cuencas de los ríos que drenan la vertiente del Pacífico mexicano, delimitada geográficamente entre las desembocaduras de las grandes cuencas de los ríos Balsas (al noroeste) y Papagayo (al sureste).La Región Hidrológica No. 19 limita de forma continental al norte con el parteaguas principal de la Sierra Madre del Sur y al sur con la línea de litoral del Océano Pacífico, con una extensión costera aproximada de 330 km. A nivel regional, la Costa Grande registra una precipitación media anual de 1,163 mm y un volumen de escurrimiento medio anual estimado en 5,235 millones de m^3. El aparato de drenaje superficial regional está configurado por corrientes de régimen torrencial y corto recorrido, destacando de este a oeste los ríos Atoyac, Técpan, San Luis (o Grande), Coyuquilla y Petatlán.

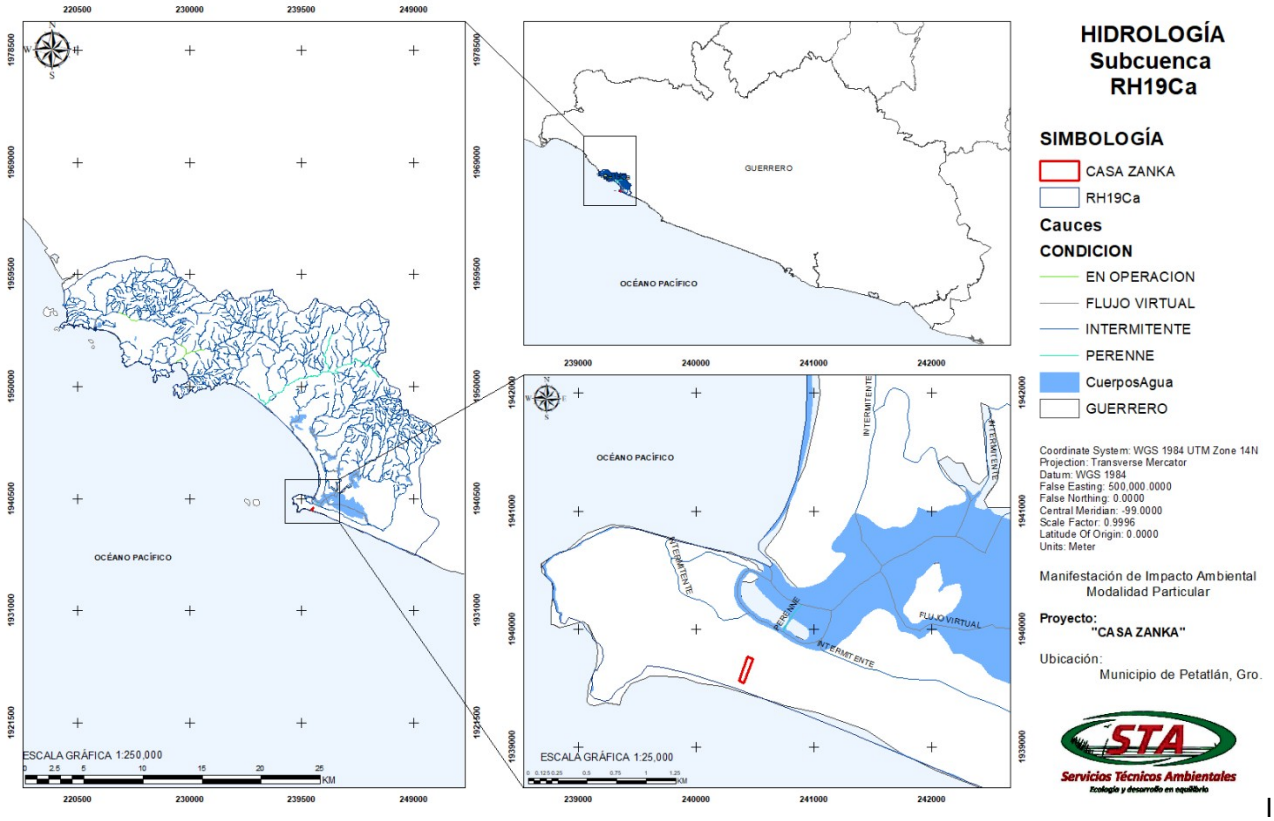


Imagen 18. Red hidrológica en la Subcuenca RH19Ca. Distribución espacial de los cuerpos de agua y patrones de escurrimiento superficial (perennes, intermitentes y flujos virtuales) correspondientes a la porción baja de la subcuenca RH19Ca y la zona de influencia litoral en Barra de Potosí, municipio de Petatlán, Gro. https://www.inegi.org.mx/

El polígono del proyecto "CASA ZANKA" se localiza en la porción baja y terminal de la subcuenca hidrográfica catalogada oficialmente como RH19Ca, la cual abarca una superficie de aportación de 32,779.7298 hectáreas. Los excedentes pluviales y escurrimientos superficiales generados en la Sierra Baja Compleja de esta subcuenca convergen hacia la llanura costera salina, teniendo como cuerpo receptor final e inmediato al sistema lagunar marginal de Barra de Potosí. La Laguna de

Barra de Potosí es un cuerpo de agua salobre somero y dinámico que colinda directamente con el predio. Su comportamiento hidrológico está regido por una doble influencia estacional:

Periodo Húmedo (junio a octubre): Las intensas precipitaciones y las avenidas fluviales de la subcuenca incrementan sustancialmente el volumen de agua dulce en el vaso lagunar, elevando su nivel hidrométrico hasta provocar la ruptura natural de la barra arenosa y la consecuente descarga masiva de demasías hacia el Océano Pacífico.

Periodo de Estiaje (noviembre a mayo): Al cesar las aportaciones superficiales de la cuenca alta, la barra arenosa se cierra por procesos de acreción litoral, transformando la laguna en un ambiente de circulación restringida gobernado por la evaporación y los flujos mareales transitorios que ingresan por infiltración a través del cordón de dunas.

Hidrología Subterránea

El análisis del componente subsuperficial en el área de influencia del proyecto revela una estrecha interconexión con las geoformas litorales y los cuerpos de agua adyacentes. El predio se localiza sobre el acuífero costero regional, caracterizado por las siguientes condiciones hidrogeológicas:

Naturaleza del acuífero: Corresponde a un acuífero de tipo libre, somero y no consolidado, alojado en los depósitos porosos de arenas de grano medio a fino de la unidad Litoral y los limos de la unidad Aluvial. Profundidad del Manto Freático: Debido a la llanura geomorfológica baja y la vecindad inmediata con el vaso de la laguna y el mar, el nivel estático del agua subterránea es altamente somero, localizándose a profundidades que varían entre los 0.50 m y 1.50 m respecto a la superficie del terreno natural, dependiendo de las fluctuaciones de las mareas y la estacionalidad de las lluvias.

Vulnerabilidad a la intrusión salina: Dada la nula elevación topográfica y la permeabilidad extrema del sustrato arenoso cuaternario, el agua subterránea local presenta una marcada cuña marina e influencia salobre. Esto condiciona la calidad química del agua, manifestando altas concentraciones de sólidos disueltos totales (SDT) y cloruros, lo que invalida su uso para consumo humano directo sin un tratamiento previo de desalinización o potabilización.

La interacción hidrológica superficial y subterránea detectada en el sitio de "CASA ZANKA" dicta pautas críticas e ineludibles para la ingeniería del proyecto turístico:

Protección de la dinámica del flujo subterráneo y prevención de la contaminación del acuífero.

Debido a que el nivel freático en el sitio del proyecto es sumamente somero (menor a 1.50 m) y el suelo presenta una conductividad hidráulica y permeabilidad intrínseca altas, el acuífero local exhibe una vulnerabilidad extrema a la contaminación por infiltración de lixiviados o aguas residuales sin control. Por lo tanto, con el fin de salvaguardar la integridad del cuerpo de agua subterráneo, queda estrictamente prohibida la instalación de fosas sépticas convencionales o pozos de absorción directa que carezcan de un sistema de depuración previo. Para la mitigación de este impacto, el proyecto CASA ZANKA contempla la implementación de un sistema de tratamiento primario avanzado mediante el Biodigestores Plus+ de Rotoplas. Este dispositivo incorpora

tecnología de filtración anaerobia especializada (*BioCarrier Pro*), garantizando que el efluente tratado cumpla rigurosamente con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, asegurando así la viabilidad ambiental de cualquier esquema posterior de infiltración secundaria o reúso en el predio.

Arquitectura adaptativa ante inundaciones: Para mitigar los riesgos derivados de la sobreelevación estacional del nivel lagunar y los efectos de marea de tormenta asociados a huracanes, las plataformas habitables se desplantarán de forma sobreelevada respecto al nivel de inundación extraordinario calculado para la llanura costera salina. Esto asegurará el libre tránsito de los flujos pluviales superficiales difusos y evitará alteraciones en las microcuencas de escurrimiento local del predio

IV. 3.1.2 Medio biótico.

Vegetación Terrestre

Selva Baja Caducifolia (SBC). La vegetación dominante en la vertiente del Pacífico y en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur corresponde a la Selva Baja Caducifolia (SBC). Este ecosistema se distribuye altitudinalmente desde el nivel del mar hasta una cota aproximada de 1,200 msnm, constituyendo una de las comunidades vegetales más extendidas y representativas en el estado de Guerrero debido a su estricta adaptación evolutiva a los regímenes climáticos marcadamente estacionales (Aw) (Pennington y Sarukhán, 1968).

Fenología Estacional: El rasgo distintivo y diagnóstico de esta comunidad es su marcada caducifoliedad, caracterizada por la pérdida del follaje en un rango que va del 50% y hasta más del 75% de los individuos arbóreos durante la época de estiaje prolongado (noviembre a mayo). Este mecanismo fisiológico reduce al mínimo la evapotranspiración celular ante el déficit de humedad ambiental.

Estructura Forestal: En sus condiciones de máximo desarrollo y madurez estructural, el dosel o estrato arbóreo superior alcanza alturas que oscilan entre los 4 y los 15 metros. Aunque la densidad y la cobertura de copas son significativamente menores en comparación con las selvas perennifolias húmedas, durante el pico de la temporada de lluvias (junio a septiembre) el follaje experimenta una respuesta fenológica explosiva, consolidando una cobertura lo suficientemente densa como para interceptar la radiación solar y modular el microclima del sotobosque.

Formas de Vida Dominantes: Como respuesta adaptativa a la sequía estacional y a la restricción hídrica, existe una reducción notable y natural en la abundancia de plantas epífitas y trepadoras leñosas en comparación con los ambientes mesófilos o selvas altas. Predominan los individuos de troncos cortos, ramificados a baja altura, con cortezas lisas o fotosintéticas y, en una proporción considerable, con adaptaciones morfológicas espinescentes o presencia de látex.

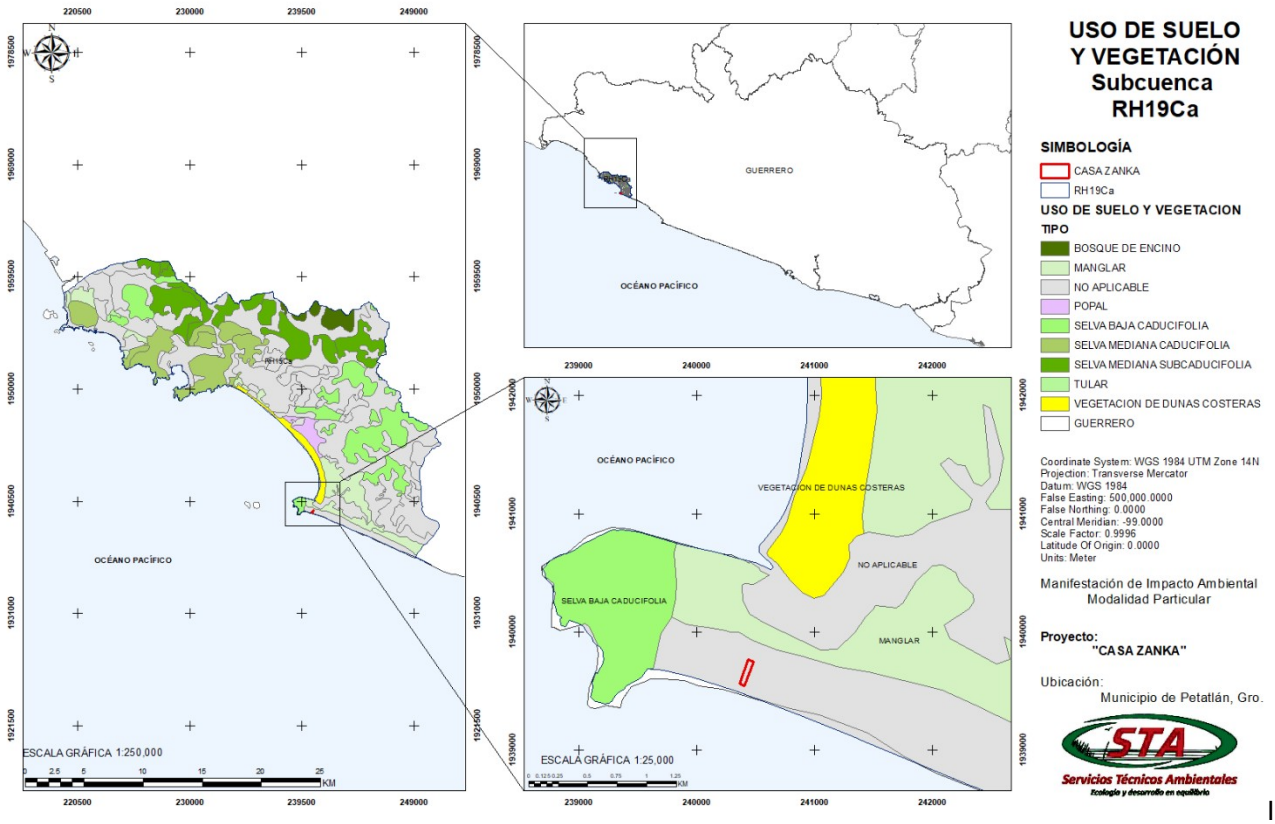


Imagen 19. Distribución del uso de suelo y vegetación en el predio "CASA ZANKA". Se destaca la integridad de Vegetación de Dunas Costeras y su transición a la Selva Baja caducifolia.

Caracterización local y línea de base en el predio vegetación secundaria y costera

A pesar del contexto macro-regional de la **Selva Baja Caducifolia**, la caracterización botánica específica in situ para el proyecto "CASA ZANKA" Fracción IV, Lote 14-A de la Laguna de Barra de Potosí demuestra una modificación en la composición florística derivada de la posición geomorfológica de la Llanura Costera Salina y de perturbaciones antropogénicas históricas en el entorno:

- Vegetación secundaria arbustiva (VSA) de SBC: Las porciones interiores y estables del predio no presentan una estructura de selva baja prístina, sino una comunidad secundaria en estado de sucesión biológica intermedia. Este estrato arbustivo está dominado por especies secundarias, tolerantes a la salinidad estacional y al estrés hídrico, con alturas promedio que no superan los 3 a 5 metros, alternadas con áreas despejadas y presencia de pastizales introducidos o ruderales.
- Asociación con Vegetación de Dunas Costeras (VU): En la franja colindante con la duna litoral del predio, la Selva Baja Caducifolia transiciona hacia una comunidad de vegetación halófila y psamófila (VU), integrada por especies rastreras y arbustivas bajas que desempeñan la función ecológica crítica de retener mecánicamente el sustrato arenoso de la unidad Litoral contra la erosión eólica.



Imagen 20. Vista panorámica del frente Dunar e interfaz litoral dentro del polígono del proyecto "CASA ZANKA"



Imagen 21. Perspectiva de la cobertura forestal interna en el predio del proyecto "CASA ZANKA"

El diagnóstico del medio biótico terrestre determina las condicionantes biológicas que el proyecto "CASA ZANKA" debe integrar para asegurar la viabilidad ambiental del sitio:

- Aprovechamiento de la estacionalidad para desmonte mínimo: Debido a que el predio alberga elementos de Vegetación Secundaria Arbustiva, las actividades de descapote y preparación del sitio que sean estrictamente necesarias para el desplante de las obras turísticas rústicas deberán programarse preferentemente al inicio de la época de estiaje. Esto facilitará la identificación de ejemplares arbóreos nativos que, por su porte y sistema

radicular, puedan ser rescatados o integrados directamente al diseño paisajístico de la arquitectura adaptativa.

- Prohibición de retiro en la franja de dunas: Se establece como criterio restrictivo de protección biológica la no intervención del cordón frontal de dunas costeras. Las especies halófilas presentes en esta microforma geomorfológica actúan como un escudo vivo contra los vectores de viento dominantes del Noroeste (NW) y Sureste (SE); su remoción expondría los suelos arenosos del predio a procesos severos de degradación eólica y desestabilización estructural ante mareas de tormenta.
- Uso exclusivo de especies nativas para reforestación: Para los esquemas de compensación vegetal y áreas verdes del desarrollo, queda estrictamente prohibida la introducción de flora exótica invasora. El catálogo paisajístico del proyecto deberá abastecerse de especies nativas del matorral de duna local, garantizando la continuidad de los nichos ecológicos para la fauna silvestre y manteniendo un consumo de agua nulo o adaptado al balance hídrico natural del Sistema Ambiental.

Metodología de muestreo y clasificación de la vegetación

Para lograr la identificación precisa de las especies fitogenéticas y dada la superficie total del proyecto 10,074.00 m², se diseñó e implementó un esquema de muestreo sistemático dirigido. Este método fue seleccionado específicamente para representar de manera fiel la heterogeneidad y los ecotonos de la zona de influencia del proyecto, la cual presenta asociaciones vegetales complejas que transitan dinámicamente entre la vegetación de dunas costeras y la transición a selva baja caducifolia de tipo arbustiva secundaria.

El diseño del muestreo permitió caracterizar la estructura vertical y horizontal de las comunidades vegetales presentes, clasificándolas rigurosamente en tres estratos principales:

- **Estrato Arbóreo (Dosel de Selva Baja):** Constituido por individuos con alturas que oscilan entre los 3 y 5 metros. Este dosel está dominado por especies caducifolias leñosas que pierden sus hojas durante la época de estiaje, adaptadas a las condiciones de estrés hídrico y a los suelos de transición del litoral regular de Guerrero.
- **Estrato Arbustivo (Zona de Transición / Ecotono):** Compuesto por formas biológicas leñosas densas y ramificadas desde la base, con alturas inferiores a los 3 metros. Este estrato es fundamental, ya que actúa como una barrera amortiguadora y estabilizadora en la franja donde la selva baja interactúa directamente con la influencia del viento y la salinidad marina.
- **Estrato Herbáceo y Rastrero (Fijador de Dunas):** Caracterizado por el predominio de la familia Poaceae y plantas rastreras colonizadoras adaptadas a condiciones de alta insolación y sustratos móviles arenosos. Estas especies cumplen la función ecosistémica crítica de fijar el sustrato arenoso y prevenir la erosión eólica e hídrica en el frente de playa.

Para la ejecución del inventario forestal y florístico, se establecieron 3 sitios de muestreo distribuidos estratégicamente a lo largo del gradiente ambiental del predio. Esta disposición permitió captar la variabilidad real y la densidad de las asociaciones vegetales que transitan desde la duna costera baja zona con cobertura herbácea promontoria y suelo arenoso expuesto hasta la matriz arbustiva cerrada de la selva baja caducifolia secundaria en el límite interior del terreno, asegurando un diagnóstico de línea de base sólido para la evaluación de impactos ambientales. Este muestreo

sistemático permitió un inventario cuantitativo y exhaustivo del predio, registrando un gran total de 427 unidades muestrales divididas en las siguientes cuatro categorías estructurales:

- **Arbóreas (>10 DAP):** Se registraron 20 individuos maduros distribuidos en los sitios de control, aportando la estructura principal del dosel superior.
- **Arbóreas / regeneración (<10 DAP):** Con un marcado dominio en la densidad del componente leñoso, se contabilizaron 96 individuos en etapa juvenil, lo que refleja la dinámica de sucesión secundaria del sitio.
- **Arbustivas y cactáceas:** Esta categoría estructural resultó ser la más abundante debido al efecto de ecotono costero, con un histórico acumulado de 226 individuos que fungen como elementos de transición biológica.
- **Herbáceas:** Representadas de forma específica en las zonas de suelo arenoso y frentes dunares, se registraron 85 individuos clave para la estabilidad mecánica del sustrato.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Resultado de Sitios
1	Albaricoque	*Diospyros aequoris*	*Ebenaceae*	1
2	Bursera	*Bursera confusa*	*Burseraceae*	3
3	Cascalote	Caesalpinia coriaria	Fabaceae	1
4	Copal de playa	*Bursera copallifera*	Burseraceae	4
5	Diospyros	*Diospyros salicifolia*	*Ebenaceae*	3
6	Espino	*Acacia cochliacantha*	*Fabaceae*	2
7	Pinacuilla	*Jacquinia macrocarpa*	*Theophrastacea e*	1
8	Zapotillo	*Diospyros oaxacana*	*Ebenaceae*	5
				20

Tabla 21. Listado florístico de especies estrato arbóreo >10 cm registradas en los sitios de muestreo del proyecto CASA ZANKA

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Resultado de Sitios
1	Albaricoque	*Diospyros aequoris*	Ebenaceae	6
2	Algarrobo	*Neltuma juliflora*	Fabaceae	13
3	Bursera	*Bursera confusa*	Burseraceae	9
4	Casacalote	*Caesalpinia coriaria*	Fabaceae	1
5	Chililllo	*Agonandra racemos*	Opiliaceae	17
6	Copal de playa	*Bursera copallifera*	Burseraceae	6
7	Cruceto	*Randia echinocarpa*	Rubiaceae	3
8	Espino	*Acacia cochliacantha*	Fabaceae	1
9	Frijolillo	*Coulteria platyloba*	Leguminosae	8
10	Guayacan	*Guaiacum coulteri*	Zygophyllaceae	5
11	Jobero	*Coccoloba barbadensis*	Polygonaceae	1
12	Palo de arco	*Thouinia serrata*	Sapindaceae	2
13	Pinacuilla	*Jacquinia macrocarpa*	Theophrastaceae	4
14	Trementino	*Casearia corymbosa*	Flacourtiaceae	20
				96

Tabla 22. Listado florístico de especies estrato arbóreo <10cm registradas en los sitios de muestreo del proyecto CASA ZANKA

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Resultado de Sitios
1	Bejuco tres costillas	*Serjania triquetra*	Sapindáceae	3
2	Cardon barbon	*Pilosocereus alensis*	Cactaceae	4
3	Crucetillo	*Randia aculeata*	Rubiaceae	24
4	Margarito	*Cynophalla flexuosa*	Capparaceae	2
5	Organo	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cactaceae	1
6	Timbiriche	*Bromelia karatas*	Bromeliaceae	189
7	Venenillo	*Cascabela thevetia*	Apocynaceae	3
				226

Tabla 23. Listado florístico de especies estrato arbustivo registradas en los sitios de muestreo del proyecto CASA ZANKA

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Resultado de Sitios
1	Pasto salado	*Distichlis spicata*	Poaceae	40
2	Tapacola	*Waltheria indica*	Sterculiaceae	45
				85

Tabla 24. Listado florístico de especies estrato herbáceo registradas en los sitios de muestreo del proyecto CASA ZANKA

Análisis de la composición florística y estructura de la vegetación

El procesamiento de los datos obtenidos en los 3 sitios de muestreo (sitios de control) permitió realizar un análisis cuantitativo de la composición florística y la estructura comunitaria del predio de 10,074.00 m². El inventario consolidó un registro total de 427 individuos, lo que demuestra una alta densidad biológica por unidad de superficie, característica de las zonas de ecotono o transición litoral-terrestre en la costa de Guerrero. A continuación, se presenta la interpretación ecológica de la composición florística desglosada por sus componentes estructurales dominantes:

1. Dominancia y composición del componente leñoso estrato arbóreo y de regeneración

El componente leñoso del predio está constituido por un total de 116 individuos 20 maduros con >10 cm DAP y 96 en etapa de regeneración con <10 cm DAP.

Diversidad Taxonómica: Se identificaron un total de 16 especies arbóreas. La comunidad está filogenéticamente dominada por las familias Ebenaceae (representada por el género Diospyros con las especies *D. oaxacana, D. salicifolia y D. aequoris) y Burseraceae* (con *Bursera copallifera* y *Bursera confusa*).

Estructura Poblacional y Sucesión: El análisis revela una estructura de pirámide invertida típica de una duna costera en estado de sucesión secundaria productiva u óptima. La alta proporción de

ejemplares en la categoría de regeneración (96 individuos) frente a las arbóreas maduras (20 individuos) confirma que el ecosistema cuenta con una alta tasa de reemplazo natural. Especies como el chililllo *(Agonandra racemose)* con 17 individuos totales, el trementino *(Casearia corymbosa)* con 20 individuos y el algarrobo *(Neltuma juliflora)* con 13 individuos lideran la densidad de los estratos bajos y medios, actuando como estabilizadores del suelo y nodrizas de la vegetación nativa.

2. Representatividad del componente arbustivo y cactáceas

Con un acumulado de 226 individuos, este componente es el más abundante y denso del ecosistema evaluado. Su alta representatividad responde directamente al estrés ambiental (salinidad, viento constante y sustrato arenoso) que restringe el crecimiento vertical de las plantas leñosas y favorece hábitos arbustivos y xerófitos.

Especies Clave: El análisis florístico muestra una dominancia absoluta del timbiriche (Bromelia karatas, familia Bromeliaceae) con 189 individuos registrados, distribuidos principalmente en las zonas de suelo arenoso interior de los Sitios 2 y 3. Esta especie forma agrupaciones densas e impenetrables que cumplen la función ecológica de retener materia orgánica y proteger el sotobosque de la erosión.

En un segundo orden de abundancia se encuentra el crucetillo (*Randia aculeata*, familia Rubiaceae) con 24 individuos, conviviendo con elementos crasicaules de la familia Cactaceae como el cardón barbón (*Pilosocereus alensis*) y el órgano (*Pachycereus pecten-aboriginum*), los cuales aportan complejidad estructural vertical al matorral de transición.

3. Caracterización del componente herbáceo y rastrero

Ubicado en el frente del gradiente costero (Sitio de control 3), este estrato registra 85 individuos especializados en la colonización de ambientes dinámicos.

Composición y Función: Está integrado de manera exclusiva por el pasto salado (*Distichlis spicata* , familia Poaceae) con 40 registros y la tapacola (*Waltheria indica*, familia Sterculiaceae) con 45 registros. La presencia de estas dos únicas familias (Poaceae y Sterculiaceae) refleja una baja diversidad alfa en este estrato, pero una alta especialización ecológica: sus sistemas radiculares densos y hábitos estoloníferos son los responsables primarios de la fijación biológica de las dunas costeras del predio, impidiendo el avance de la arena hacia el interior de la selva baja.

El análisis florístico integrado demuestra que el predio no presenta signos de degradación severa o vuelco ecológico, sino una composición balanceada de especies nativas típicas de la costa pacífica de Guerrero. La presencia de taxones característicos de comunidades maduras (como los géneros Diospyros, Bursera y Guaiacum) alternando con especies de rápido crecimiento arbustivo, confieren al sitio una resiliencia ecológica intermedia-alta. Este diagnóstico fundamenta que el desmonte parcial programado para el desplante de la infraestructura habitacional no comprometerá la permanencia de los servicios ambientales ni la integridad florística regional, siempre y cuando se priorice el rescate de los estratos de regeneración leñosa y la conservación de la barrera de dunas fijada por las herbáceas.

Para la ejecución del proyecto de urbanización de bajo impacto, se ha realizado un balance de la masa forestal conforme al diseño de desplante:

1. Áreas de Afectación Directa (Sujetas a Desmonte Parcial)

La remoción de la cubierta vegetal se restringirá exclusivamente a las superficies proyectadas para el desplante de las estructuras principales, andadores permeables y zonas de servicio. Los individuos leñosos ubicados en estos polígonos, en particular aquellos correspondientes a la categoría de regeneración DAP < 10cm, serán evaluados para su potencial integración al **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**, priorizando su trasplante hacia las franjas de conservación del mismo terreno.

2. Áreas de Conservación y Amortiguamiento Ecosistémico

Como parte del enfoque de arquitectura adaptativa de "CASA ZANKA", el diseño de desplante excluye de cualquier intervención constructiva las zonas críticas de estabilidad ecológica. Esto garantiza la preservación de:

El frente dunar: Manteniendo intactos los 85 individuos del estrato herbáceo (*Distichlis spicata* y *Waltheria indica*) responsables de la fijación del sustrato arenoso.

La barrera arbustiva de transición: Resguardando las densas agrupaciones de timbiriche (Bromelia karatas) y cactáceas, las cuales fungirán como barrera natural contra el viento salino y como refugio para la fauna local.

Medidas de Mitigación: Programa de Rescate y Reubicación de Flora: Con el objetivo de minimizar la pérdida de biomasa y conservar la diversidad filogenética del predio, se diseñará e implementará un protocolo especializado para el manejo de especies con tasas de desarrollo biológico sumamente lentas o consideradas de interés ecológico especial. Este programa se enfocará de manera prioritaria en los ejemplares del estrato arbóreo y de regeneración de la familia Zygophyllaceae —específicamente el guayacán (*Guaiacum coulteri*)—, así como en las comunidades de cactáceas crasicaules y columnares registradas en el inventario, tales como el cardón barbón (*Pilosocereus alensis*) y el órgano (*Pachycereus pecten-aboriginum*).

Las acciones operativas contemplan la extracción técnica de los individuos mediante la conformación de un cepellón o pan de tierra adecuado a su sistema radicular, su posterior tratamiento fitosanitario preventivo y la reubicación inmediata in situ dentro de los polígonos destinados a la preservación y amortiguamiento ecológico del mismo predio. Con esto, se garantiza la permanencia de estas estructuras botánicas clave como refugios térmicos y fuentes de forraje para la fauna silvestre local, manteniendo intacta la identidad ecológica del ecotono costero.

Diagnóstico integrado de viabilidad y resiliencia del sitio

El análisis integral demuestra que la afectación potencial es plenamente mitigable y compensable. La interacción entre las obras proyectadas y las variables ambientales del predio no compromete la integridad del ecosistema costero, debido a las características intrínsecas de sus componentes físicos y bióticos descritos a continuación:

- Sustrato Físico: El polígono se asienta sobre unidades litorales cuaternarias compuestas por depósitos de arena de alta permeabilidad y granulometría fina a media. Las condiciones topográficas suaves y el microrelieve dunar amortiguan de forma natural la escorrentía superficial. El diseño arquitectónico de desplante puntual prohíbe las modificaciones

orográficas masivas, de modo que el sustrato físico mantendrá sus propiedades dinámicas de infiltración, el transporte eólico pasivo y su estabilidad mecánica frente a la acción costera regional.

- Conectividad Hídrica: El predio opera bajo un régimen hidrogeológico de alta conductividad hidráulica, estrechamente vinculado con el acuífero somero local y la dinámica de influjo intermitente del sistema lagunar circundante. Al implementarse sistemas de urbanización adaptativa que rechazan las planchas continuas de concreto y priorizan andadores permeables, se garantiza que la recarga natural del manto freático por precipitación pluvial no sufra interrupciones, manteniendo el flujo subsuperficial y la calidad del agua hacia la interfaz costera.

Matrices consolidadas del inventario y diagnóstico de afectación

A continuación, se presentan los balances cuantitativos que sustentan la distribución espacial del proyecto frente a la masa forestal registrada, demostrando que la infraestructura se adapta a la densidad vegetal sin generar desmontes críticos:

Categoría de muestreo	Individuos registrados	Estatus de afectación proyectada	Criterio de Manejo Ambiental Comprometido
Arbóreos mayores (>10 cm DAP)	20	**Baja / Selectiva**	Conservación *in situ* de ejemplares monumentales; remoción restringida a huella estructural.
Regeneración natural (< 10cm DAP)	96	**Moderada / Mitigable**	Sujetos al Programa de Rescate, Trasplante y Protección en franjas de amortiguamiento.
Arbustivas/ Cactáceas	226	**Moderada / Compensable**	Resguardo perimetral como cercos vivos permeables y barreras rompevientos naturales.
Herbáceas	85	**Nula / Excluida**	Conservación absoluta *in situ* en la zona de frente dunar para retención de sustrato.
TOTAL	**427**	**Mitigable Integral**	**Desplante de Bajo Impacto Arquitectónico.**

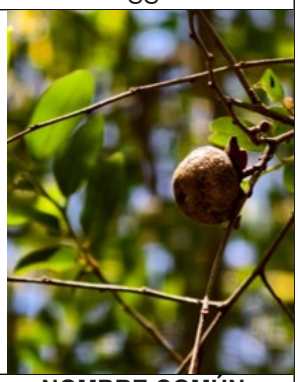
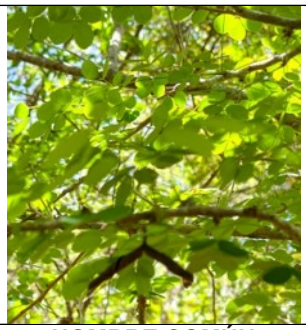
Tabla 25. Resultados consolidados del muestreo sistemático realizado e impacto proyectado.

Estrato	Individuos	Especies Dominantes	Importancia Ecológica
Arbóreo (>10cm DAP)	20	*Diospyros oaxacana* *Bursera copallifera* *Caesalpinia coriaria*	Provisión de dosel superior, microclima térmico y estabilidad estructural de la selva baja caducifolia.
Regeneración (<10cm DAP)	96	*Casearia corymbosa* *Agonandra racemose* *Neltuma juliflora*	Indicador de sucesión ecológica óptima; banco genético activo para la repoblación forestal interna.
Arbustivo	226	*Bromelia karatas* *Randia aculeata* *Pilosocereus alensis*	Amortiguamiento mecánico contra el viento salino; retención de materia orgánica y zona de refugio de herpetofauna.
Herbáceo	85	*Distichlis spicata* *Waltheria indica*	Fijación biológica de dunas costeras vivas; control estricto de la erosión eólica e hídrica en el límite marítimo.
TOTAL	**427**		

Tabla 26. Especies dominantes e importancia ecológica por estrato estructural

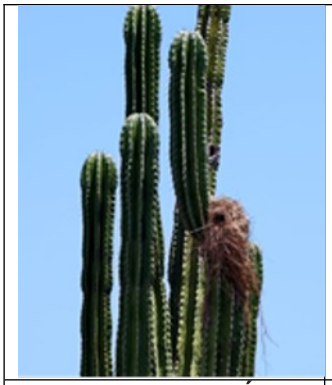
La alta densidad reflejada en los estratos de regeneración natural 96 individuos y arbustivo 226 individuos garantiza que las medidas de mitigación y los programas de rescate de especies clave cuenten con un inventario robusto y viable para asegurar el éxito de las actividades de trasplante y conservación. Al concentrarse la mayor cantidad de biomasa en estratos de porte bajo y juvenil, el predio posee una flexibilidad ecológica idónea para asimilar el diseño arquitectónico adaptativo sin que se desarticule la continuidad biológica del ecosistema costero de Barra de Potosí.

TABLA DE INVENTARIO FLORISTICO

			
NOMBRE COMÚN Albaricoque **NOMBRE CIENTÍFICO** *Diospyros aeguosris* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Algarrobo **NOMBRE CIENTÍFICO** *Neltuma juliflora* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Bursera **NOMBRE CIENTÍFICO** *Bursera confusa* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Cascalote **NOMBRE CIENTÍFICO** *Caesalpinia coriaria* **NOM-059-2010** SS
			
NOMBRE COMÚN Chilillo **NOMBRE CIENTÍFICO** *Agonandra racemosa* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Copal de playa **NOMBRE CIENTÍFICO** *Bursera copallifera* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Cruceto **NOMBRE CIENTÍFICO** *Randia echinocarpa* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Diospyros **NOMBRE CIENTÍFICO** *Diospyros salicifolia* **NOM-059-2010** SS
			
NOMBRE COMÚN Espino **NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN** Frijolillo **NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN** Guayacán **NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN** Jobero **NOMBRE CIENTÍFICO**

Acacia cochliacantha **NOM-059-2010** SS	*Coulteria platyloba* **NOM-059-2010** SS	*Guaiacum coulteri* **NOM-059-2010** Endémica A	*Coccoloba barbadensis* **NOM-059-2010** SS
			
NOMBRE COMÚN Palo de arco **NOMBRE CIENTÍFICO** *Thouinia serrata* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Pinacuilla **NOMBRE CIENTÍFICO** *Jacquinia macrocarpa* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Trementino **NOMBRE CIENTÍFICO** *Casearia corymbosa* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Zapotillo **NOMBRE CIENTÍFICO** *Diospyros oaxacana* **NOM-059-2010** SS

			
NOMBRE COMÚN Bejuco tres costillas **NOMBRE CIENTÍFICO** *Serjania triquetra* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Cardon barbón **NOMBRE CIENTÍFICO** *Pilosocereus alensis* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Crucetillo **NOMBRE CIENTÍFICO** *Ranndia aculeata* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Margarito **NOMBRE CIENTÍFICO** *Cynophalla flexuosa* **NOM-059-2010** SS

			
NOMBRE COMÚN Órgano cimarrón **NOMBRE CIENTÍFICO** *Pachycereus pecten-aboriginum* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Timbiriche **NOMBRE CIENTÍFICO** *Bromelia karatas* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Venenillo **NOMBRE CIENTÍFICO** Cascabela thevetia **NOM-059-2010** SS	

			
NOMBRE COMÚN Pasto salado **NOMBRE CIENTÍFICO** *Sida rhombifolia* **NOM-059-2010** SS	**NOMBRE COMÚN** Tapacola **NOMBRE CIENTÍFICO** *Waltheria indica* **NOM-059-2010** SS		

Derivado de la fase de campo para la identificación de flora al interior del predio, se realizó un cotejo exhaustivo de los ejemplares registrados frente a los listados de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Como resultado de este análisis legal y biológico, se identificó la presencia de 1 especie en categoría de riesgo: el Guayacán (*Guaiacum coulteri*), taxón que se encuentra clasificado bajo el estatus de Amenazada (A) y que posee un carácter Endémico para el territorio nacional.

No obstante, como conclusión técnica del análisis biótico, el proyecto "CASA ZANKA" se establece como ambientalmente idóneo bajo un esquema de urbanización adaptativa. La densidad vegetal

registrada mediante el muestreo sistemático permite un diseño arquitectónico estratégico que integra a los individuos de mayor valor forestal y estructural no como obstáculos civiles, sino como activos de paisaje y proveedores clave de servicios ecosistémicos, particularmente en la regulación térmica, la creación de microclimas y la conservación del suelo costero.

Por lo tanto, se mantendrá un cuidado especial durante la fase de preparación del sitio, dándose prioridad absoluta al rescate, resguardo y conservación de aquellos ejemplares que, por su porte, longevidad o importancia biológica local, sean fundamentales para mantener la integridad del ecotono entre la vegetación de dunas costeras y la selva baja caducifolia arbustiva presente en el polígono.

Consideraciones y lineamientos para el manejo ambiental

La caracterización de la flora local sustenta la viabilidad del esquema de urbanización adaptativa. Para mitigar los impactos sobre los recursos fitogenéticos, el proyecto asume un compromiso de gestión sustentable superior a los mínimos legales, rigiéndose bajo los siguientes lineamientos corporativos y ambientales:

Priorización de conservación In Situ: El diseño final de los desplantes arquitectónicos y andadores buscará, en primera instancia, el respeto irrestricto de los individuos arbóreos de mayor relevancia estructural, longevidad y valor ornamental como los ejemplares maduros de *Guaiacum coulteri* y el género Diospyros, integrándolos como nodos de conservación biológica y activos bioclimáticos proveedores de sombra natural dentro de las áreas verdes del desarrollo.

Protocolo de manejo y trasplante interno: Para aquellos ejemplares de alto valor forestal o de lento crecimiento que se ubiquen inevitablemente sobre la huella de desplante de la infraestructura, se ejecutará un programa de manejo especializado. Este protocolo normativo incluirá la extracción técnico-mecánica con cepellón protegido, su posterior traslado y la reubicación en sitios con características microclimáticas y edafológicas similares sustratos arenosos estables dentro de las zonas de preservación y amortiguamiento del mismo predio.

Estrategia operativa de manejo de flora

Con el objetivo de garantizar la integridad y resiliencia del ecosistema costero durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se establecen como medidas de mitigación y mejores prácticas operativas las siguientes acciones de campo:

- Georreferenciación de ejemplares relevantes: Previo a cualquier actividad de desmonte o remoción de suelo, todos los individuos identificados con alto valor forestal y aquellos bajo estatus normativo serán balizados con cintas de visibilidad y georreferenciados mediante GPS de alta precisión. Esta acción asegura su blindaje y exclusión física durante las maniobras y tránsito de la maquinaria pesada.
- Ajuste arquitectónico dinámico: Se implementará un criterio de obra civil flexible que permita realizar microajustes en el trazo fino de los desplantes arquitectónicos y acabados perimetrales. El fin primordial es conservar la mayor cantidad de ejemplares nativos en su ubicación original, maximizando la retención biológica del suelo y aprovechando la arquitectura foliar para el ahorro de energía.
- Optimización del sustrato local: La capa de suelo orgánico superficial remanente de las microáreas de desmonte será recuperada y resguardada temporalmente en bancos de

almacenamiento protegidos contra la erosión eólica. Este sustrato local optimizado, rico en nutrientes adaptados y bancos de semillas nativas, será reutilizado en su totalidad para el enriquecimiento edáfico de las zonas de conservación interna y el desarrollo del paisajismo bioclimático del proyecto

Fauna característica de la zona de influencia.

La diversidad faunística en la región de influencia del proyecto se encuentra estrechamente ligada a la estructura de la Selva Baja Caducifolia y la franja litoral. A nivel regional, se registra una riqueza de 256 especies de vertebrados terrestres, de las cuales el 15% (29 especies) son endémicas de México, lo que subraya la importancia del estado de Guerrero como corredor biológico del Occidente del país.

Especies de interés regional y estatus de conservación

De acuerdo con registros históricos (DOF, 1994) y la caracterización regional, esta vegetación sirve de refugio para poblaciones de especies con estatus de protección y relevancia ecológica, tales como:

- Oso hormiguero (Tamandua mexicana): Sujeto a Protección Especial (Pr).
- Puerco espín (Coendou mexicanus): Amenazada (A).
- Jaguarundi (Herpailurus yagouaroundi): Amenazada (A).
- Pecarí de collar (Pecari tajacu): Importante para la dispersión de semillas.
- Escorpión o Heloderma (Heloderma horridum): Amenazada (A) y erróneamente perseguido por su veneno.

Dinámica litoral y factores abióticos

La distribución de la fauna en la franja costera de "LOS RISCALES" está condicionada por la geomorfología del sitio. Al poseer un carácter rocoso/arenoso (Llanura de piso rocoso), la abundancia de especies litorales sigue un patrón aleatorio distribuido en tres zonas críticas:

- Supralitoral: Zona de salpicadura donde dominan crustáceos y aves marinas.
- Mesolitoral: Área de mareas con presencia de moluscos adheridos a la roca ígnea.
- Infralitoral: Zona sumergida con alta biodiversidad de fauna bentónica.

Diagnóstico del sitio y caracterización de la fauna local

En el polígono específico del proyecto, el cual comprende una superficie total de 10,074.00 m², se ha identificado que diversos factores antropogénicos preexistentes particularmente la generación de ruido y vibraciones por la vía de comunicación terrestre colindante en el límite norte del predio han inducido un fenómeno de desplazamiento de la fauna mayor o de hábitos esquivos hacia zonas interiores y de menor perturbación en la región.

No obstante, el diagnóstico de campo mediante transectos de observación directa, complementado con entrevistas semiestructuradas aplicadas a los lugareños de Barra de Potosí, confirma la persistencia de comunidades de fauna silvestre resiliente y generalista. Estas especies utilizan el polígono del proyecto principalmente como corredor biológico de tránsito intermitente, refugio temporal y zona de forrajeo. Dentro del grupo de los mamíferos (mastofauna), se verificó la

presencia de los siguientes taxones: Tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), Conejo silvestre de monte (*Sylvilagus cunicularius*), Ratón de campo (*Peromyscus spp.*)

Por su parte, el inventario específico de reptiles (herpetofauna) documentado de manera concreta en el área de estudio durante los recorridos de prospección se limitó a individuos de talla pequeña con hábitos diurnos, caracterizados por una alta adaptación ecológica a las condiciones de estrés térmico, sustratos arenoso-rocosos y al clima cálido subhúmedo estacional del predio. Las especies observadas corresponden a: Lagartija espinosa de costa / Lagartija de cabeza roja (*Sceloporus pyrocephalus*), Abaniquillo de manchas / Anolis nublado (*Anolis nebulosus)*

A continuación, se cita la fauna observada y/o referido sobre al área de influencia del proyecto:

Nombre común	Género	Especie	Observación			ESTATUS NOM 059-SEMARNAT-2010
			Directa	Indirecta	Ref.	
Pelicano	*Pelecanus*	*occidentalis*	x			SS
Gaviota	*Larus*	*occidentalis*	x			SS
Martin pescador	*Chloroceryle*	*americana*	x			SS
Luis	*Myiozetetes*	*similis*	x			SS
Urraca	*Cyanocorax*	*formosus*	x			SS
Calandria	*Icterus*	*parisorum*	x			SS
Zopilote	*Coragyps*	*atratus*	x			SS
Zanate	*Quiscalus*	*mexicanus*	x			SS
Tortolita	*Columbina*	*passerina*	x			SS
Huilota común	*Zenaida*	*macroura*	x			SS
Paloma ala blanca	*Zenaida*	*asiatica*	x			SS
Chachalaca	*Ortalis*	*poliocephala*	x			SS
Paloma de collar	*Streptopelia*	*decaocto*	x			SS
Tortolita cola larga	*Columbina*	*inca*	x			SS

Cuadro 05. Aves identificadas sobre el área de influencia del proyecto.

Nombre común	nombre científico	o. directa	o. indirecta	Referencia
Conejo silvestre	*Sylvilagus cunicularius*		x	SS
Tlacuache	*Didelphis virginiana*		x	SS
Ratón de campo	*Peromyscus spp*	x		SS
Armadillo	*Dasypus mexicanus*	x		

Cuadro 06. Mamíferos identificados sobre el área de influencia del proyecto.

Nombre común	nombre científico	o. directa	o. indirecta	Referencia
Abaniquillo de manchas	*Anolis nebulosus*	x		SS
Lagartija espinosa	*Sceloporus pyrocephalus*	x		SS
Iguana negra	*Ctenosaura pectinata*	x		Endémica A

Cuadro 07. Reptiles observada y reportada sobre el área del proyecto.

Nombre común	Nombre científico	O. directa	O. indirecta	Referencia
Abeja	*Apis mellifera*	x		SS
Avispa guitarrilla	Polistes dorsalis	x		SS
Mariposa cebra	*Heliconius charitonius*	x		SS
Mariposa amarilla	*Pyrisitia nise*	x		SS

Cuadro 08. Insectos observados y reportados sobre el área del proyecto.

El diagnóstico de la fauna en el predio de 10,074.00 m² revela un ecosistema funcional que sirve como corredor biológico. Basado en el trabajo de campo, se confirma la presencia de 1 especie bajo categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que obliga a la implementación de protocolos de manejo especializado para mitigar cualquier afectación a sus poblaciones locales durante el desarrollo de las actividades del proyecto:

Grupo	Nombre Común	Nombre Científico	Categoría (NOM-059)	Acción Técnica Comprometida
Reptil	Iguana negra	*Ctenosaura pectinata*	Amenazada (A) / Endémica	Rescate, Resguardo y Reubicación *in situ*

Cuadro 09. Especies con estatus de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y medidas de mitigación técnica

- **Acción Técnica de Rescate y Reubicación** se llevará a cabo de manera obligatoria durante la fase de preparación del sitio, previo a cualquier actividad de remoción de la cobertura vegetal o nivelación de terreno. Consistirá en la captura manual viva de los ejemplares detectados dentro de las áreas exclusivas de desplante y su posterior liberación inmediata en las zonas de dunas de transición o parches de selva baja caducifolia arbustiva estipulados como áreas de conservación dentro del mismo predio, garantizando que el microhábitat receptor cuente con la disponibilidad de refugios rocosos y forraje para asegurar su sobrevivencia.

Para asegurar que el proyecto "CASA ZANKA " mantenga su viabilidad ambiental, se ejecutarán las siguientes medidas antes y durante la etapa de preparación del sitio:

Medidas de mitigación y programas de conservación de la fauna silvestre

Para salvaguardar la integridad física y la continuidad biológica de las comunidades de fauna que habitan o transitan de manera intermitente por el polígono del proyecto, se ejecutarán de forma obligatoria las siguientes medidas de manejo ambiental durante las fases de preparación del sitio y construcción:

- **Programa de ahuyentamiento preventivo:** Previo al inicio del desmonte en las áreas de desplante autorizadas, se realizarán recorridos perimetrales mediante técnicas mecánicas y ruidos controlados no nocivos como cuadrillas de personal a pie con herramientas manuales para incentivar el desplazamiento natural y espontáneo de las especies móviles principalmente avifauna y mastofauna hacia las franjas arbustivas de conservación y ecosistemas contiguos.
- **Rescate y reubicación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010:** Se implementará un protocolo específico para la detección de ejemplares con movilidad limitada o de lento

desplazamiento en el estrato herbáceo y arbustivo, enfocándose estrictamente en aquellas especies bajo estatus de protección federal, como es el caso de los reptiles registrados. Los ejemplares rescatados serán trasladados de inmediato a zonas de resguardo idóneas con características biofísicas similares dentro de la propiedad, fuera del área de afectación directa de las obras.

- **Restricción de actividades por temporada de anidación:** Se calendarizarán las acciones de remoción de vegetación para evitar incidir en los periodos de mayor actividad reproductiva y anidación de la avifauna residente. Las cuadrillas ambientales inspeccionarán las copas y estratos medios antes de intervenir cualquier ejemplar arbóreo; en caso de identificar nidos activos, el área se mantendrá intacta hasta el término del ciclo reproductivo y el vuelo de los polluelos.
- **Prohibición de cacería:** Queda estrictamente prohibido a todo el personal de la obra contratistas, operadores y trabajadores la captura, caza, recolección, alimentación, hostigamiento o comercio de cualquier ejemplar de fauna silvestre dentro del predio y su entorno litoral, imponiendo sanciones administrativas e informando a las autoridades federales competentes en caso de desacato.

Compatibilidad ecosistémica y urbanismo adaptativo de la fauna

La integración de la infraestructura del proyecto "CASA ZANKA" dentro de la matriz ambiental de Barra de Potosí se fundamenta en los principios de la arquitectura regenerativa y el urbanismo adaptativo. Este enfoque reconoce que el predio de 10,074.00 m² funciona como un corredor biológico intermitente y un ecotono de transición litoral, por lo que el diseño conceptual no busca aislar la obra civil, sino armonizar su presencia para garantizar la continuidad de los flujos ecosistémicos de la fauna silvestre local.

La compatibilidad ecosistémica se articula mediante las siguientes directrices operativas e infraestructurales:

1. **Mantenimiento de la permeabilidad del paisaje (corredores libres)**

A diferencia de los desarrollos turísticos e inmobiliarios convencionales que fragmentan el hábitat mediante bardas perimetrales continuas, "CASA ZANKA" mantendrá un diseño de delimitación permeable o de cercos vivos con vegetación nativa. Esto evitará el efecto barrera y permitirá que especies de la mastofauna como el Tlacuache (*Didelphis virginiana*) y el Conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*) continúen con sus rutas tradicionales de forrajeo y desplazamiento nocturno a través del polígono.

2. **Diseño arquitectónico elevado de bajo impacto**

Con el fin de preservar la dinámica de los procesos de fijación del suelo y libre tránsito de la herpetofauna terrestre, el desplante de las estructuras principales contempla sistemas de cimentación puntual o estructuras elevadas sobre pilotes en zonas críticas de dunas costeras. Esta ecotecnia constructiva minimiza la compactación del suelo, conserva la topografía original y permite que especies con movilidad adaptada al sustrato blando, como el Abaniquillo de manchas (Anolis nebulosus) y la Iguana negra (Ctenosaura pectinata), utilicen el espacio inferior sombreado como zona de refugio térmico.

3. **Urbanismo lumínico y acústico adaptativo**

Para mitigar la contaminación lumínica e hídrica que afecta los patrones circadianos y de reproducción de la fauna (especialmente de la avifauna costera y especies nocturnas), se implementará un protocolo estricto de diseño exterior:

- Iluminación Inteligente: Se utilizarán luminarias con tecnología LED de baja intensidad, con temperaturas de color cálidas (por debajo de los 3,000 K) y dirigidas exclusivamente hacia el suelo mediante deflectores apantallados. Se prohíbe el uso de proyectores direccionados al dosel arbóreo o hacia la zona de playa.
- Aislamiento Acústico Pasivo: El uso de barreras vegetales multiestrato amortiguará de forma natural los ruidos domésticos internos, asegurando que los niveles de presión acústica en las fronteras de conservación permanezcan dentro de los umbrales de confort para la vida silvestre circundante.

4. Conservación de microhábitats y flora nutricia

La estrategia de paisajismo del proyecto prohíbe de forma absoluta la introducción de especies exóticas invasoras. El mantenimiento de las áreas verdes se basará en la conservación in situ de la duna costera baja. Esto garantiza que la entomofauna registrada (como las mariposas *Heliconius charitonius y Pyrisitia nise*) y la avifauna residente encuentren fuentes permanentes de néctar, semillas y sitios de nidificación naturales, fortaleciendo la resiliencia ecológica del entorno costero bajo un modelo de coexistencia sustentable a largo plazo.

5. Interfaz de colindancia marítima y protección a tortugas marinas

Debido a la colindancia directa del límite sur del proyecto con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y la franja de playa activa de Barra de Potosí, el diseño de "CASA ZANKA" integra criterios de amortiguamiento crítico para la protección de las tortugas marinas, las cuales se encuentran protegidas bajo la categoría de Peligro de Extinción (P) por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para evitar la desorientación de las hembras anidadoras y de las crías emergentes, así como la alteración del sitio de nidificación, se establecen las siguientes condicionantes de urbanismo adaptativo costero:

- **Cancelación del impacto lumínico hacia la playa:** Se implementará una política estricta de Cero Luz Directa al Mar. Todas las luminarias exteriores ubicadas en la fachada sur del desarrollo y zonas de transición a la duna baja serán de tipo Sea Turtle Friendly (longitudes de onda largas en el espectro ámbar/rojo, superiores a los 560 nm). Queda prohibida la instalación de reflectores, luces arquitectónicas blancas o cualquier fuente luminosa orientada horizontal o verticalmente que proyecte brillo hacia la línea de costa.
- **Permeabilidad y respeto a la línea de dunas:** No se construirá ninguna estructura rígida, barda de mampostería, escolleras o palizadas en la zona de transición dinámica de la playa. La duna costera alta se mantendrá como una barrera natural de protección acústica y visual, garantizando un perfil de playa oscuro y silencioso que favorezca las condiciones de anidación.
- **Protocolo de reporte y protección de nidos:** Durante la temporada alta de arribo, el personal de vigilancia del proyecto será capacitado para realizar inspecciones visuales

nocturnas pasivas. En caso de detectarse el desove de un ejemplar dentro de la zona de influencia o colindancia del predio, se prohibirá el uso de linternas convencionales o cámaras con flash, y se procederá al acordonamiento inmediato del nido para avisar a las autoridades competentes (PROFEPA) o a los campamentos tortugueros autorizados de la región para su resguardo o translocación certificada.

A partir del diagnóstico ambiental integral, los muestreos sistemáticos de campo y las aportaciones informativas de la comunidad local, se concluye que el polígono de 10,074.00 m² presenta una dinámica de ecotono costero funcional. Este espacio actúa como zona de tránsito, refugio intermitente y forrajeo para comunidades de fauna y flora silvestres con una notable capacidad de adaptación. A pesar de registrar presiones antropogénicas previas derivadas del ruido y la operación de la vía de comunicación colindante al norte, la matriz biótica mantiene una conectividad ecológica relevante entre las asociaciones de duna costera baja y la selva baja caducifolia arbustiva secundaria.

La evaluación integral en el predio evidenció la presencia de únicamente tres taxones bajo estatus de riesgo y protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010:

- **En el Componente florístico:** Se identificó la presencia del guayacán (*Guaiacum coulteri*), especie arbórea de lento crecimiento catalogada bajo el estatus de Amenazada (A) y con carácter Endémico en el territorio nacional.
- **En el componente faunístico terrestre:** Se registró la presencia de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), calificada igualmente como Amenazada (A) y Endémica en los estratos terrestres y rocosos del sitio.
- **En la interfaz litoral marítima:** Se identificó la franja de playa activa colindante a la ZOFEMAT **como un sitio potencial** de arribo y anidación estacional de tortugas marinas principalmente la tortuga golfina *Lepidochelys olivácea* y la tortuga laúd *Dermochelys coriacea*, ambas catalogadas legalmente en Peligro de Extinción (P).

La viabilidad ambiental del proyecto "CASA ZANKA" sobre el sistema biótico en su conjunto se sustenta en que las afectaciones directas por remoción de cobertura vegetal serán estrictamente limitadas a las microáreas de desplante arquitectónico, sin generar efectos de fragmentación del hábitat o barreras biológicas insalvables.

Con la implementación rigurosa y obligatoria de los programas ambientales propuestos en este documento tales como el **Programa de ahuyentamiento preventivo, el Protocolo de rescate y reubicación de la herpetofauna**, el **Programa de rescate y reubicación de Flora** de Lento Crecimiento enfocado en el ***guayacán y cactáceas***, las restricciones por temporadas de anidación, el diseño lumínico exterior **Sea Turtle Friendly** y el uso de cercos vivos permeables con especies nativas se garantiza la mitigación y compensación total de los impactos identificados. Por lo tanto, se dictamina que el desarrollo es técnicamente compatible con la conservación de la biodiversidad local, promoviendo un esquema de urbanismo adaptativo y coexistencia sustentable con el entorno litoral de Barra de Potosí

IV. 3.1.3 Medio socioeconómico

Para la descripción y diagnóstico de las características sociales, culturales y económicas del sitio de ubicación del proyecto "CASA ZANKA", se llevó a cabo un análisis holístico que integró información documental de fuentes oficiales (Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI, CONAPO y Planes de Desarrollo Municipal) con verificaciones técnicas de campo.

El propósito fundamental de esta caracterización es dimensionar cuantitativa y cualitativamente la integración del proyecto en la dinámica del Sistema Ambiental, bajo la premisa metodológica de que la preservación del capital natural y la estabilidad de los ecosistemas litorales (dunas, lagunas y selva baja) constituyen la unidad estructural que confiere sustentabilidad, resiliencia y viabilidad al mecanismo económico local.

Demografía y Estructura de la Población

- **Estructura de la población por edad y sexo**

El perfil demográfico del municipio de Petatlán, y de manera específica de las localidades costeras adyacentes a la subcuenca RH19Ca (como Barra de Potosí y San Jeronimito), exhibe una estructura poblacional en proceso de transición demográfica. La pirámide poblacional muestra una base moderadamente amplia con un estrechamiento gradual en los estratos infantiles, concentrando su mayor porcentaje en los grupos de edad productiva (jóvenes y adultos de entre 15 y 64 años). La distribución por sexo mantiene una relación cercana a la paridad (aproximadamente 96 hombres por cada 100 mujeres). No obstante, en las comunidades rurales litorales se observa un fenómeno de migración transitoria o definitiva de la población masculina joven hacia centros urbanos turísticos (Zihuatanejo-Ixtapa, Acapulco) o al extranjero, impulsada por la búsqueda de alternativas de empleo formal.

Factores Socioculturales, Identidad y Tradiciones

La identidad sociocultural de la región está profundamente ligada a la vida costeña, la explotación artesanal de los recursos naturales y la culinaria local. Las comunidades del área de influencia conservan un fuerte sentido de cohesión comunitaria y gobernanza local a través de cooperativas pesqueras, uniones ejidales y asociaciones de prestadores de servicios turísticos. Las festividades religiosas, civiles y los torneos de pesca artesanal constituyen los principales ejes de interacción social y preservación de la memoria histórica del municipio.

Grupos Indígenas y Lengua

En el área de estudio inmediato y en el municipio de Petatlán, la presencia de población indígena originaria es estadísticamente minoritaria (inferior al 1% de la población total). Las personas que declaran hablar alguna lengua indígena (principalmente Náhuatl, Tlapaneco o Mixteco) corresponden en su mayoría a flujos de migración interna vinculados al comercio de artesanías o al trabajo agrícola jornalero estacional. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto no interfiere con territorios ancestrales, usos, costumbres o derechos de comunidades indígenas protegidas.

Dinámica Económica y Distribución de la PEA

- **Población Económicamente Activa (PEA) y ocupación por sector**

La Población Económicamente Activa del área de influencia presenta una tasa de participación que oscila alrededor del 50% de la población en edad de trabajar. Dentro de la población ocupada, la distribución por sectores de actividad económica evidencia la diversificación y la transición hacia el sector servicios en la franja costera:

- **Sector Primario (agricultura, ganadería y pesca):** Históricamente dominante en el municipio. Se concentra en el cultivo de copra (palma de coco), mango, maíz y la ganadería extensiva de doble propósito en las unidades de llanura aluvial. En el entorno inmediato de Barra de Potosí, la pesca ribereña artesanal dentro del cuerpo lagunar y en mar abierto representa una actividad sustantiva de autoabasto y comercio local.
- **Sector Secundario (construcción y manufactura):** Representa una porción menor, enfocada principalmente en la autoconstrucción de vivienda, elaboración de ladrillo artesanal y mantenimiento menor de infraestructura turística rústica.
- **Sector Terciario (comercio, turismo y servicios):** Es el sector de mayor crecimiento dinámico en el nodo costero. Comprende la operación de ramadas, restaurantes locales (palapas), servicios de guías ecológicos (recorridos en lancha y kayak en la laguna), hospedaje rústico y comercio minorista.

Población Desocupada

La tasa de desocupación abierta registrada oficialmente en el municipio es baja (menor al 3%); sin embargo, este indicador enmascara un elevado índice de subocupación e informalidad laboral estacional. Durante las épocas de estiaje y temporadas bajas de turismo, los ingresos de las familias costeras disminuyen de forma drástica, obligándolos a alternar sus actividades productivas entre la pesca de subsistencia, el jornaleo agrícola y el empleo informal temporal.

Servicios e Infraestructura Básica

El área de influencia directa presenta un nivel de cobertura de servicios públicos básico-intermedio. El núcleo ejidal de Barra de Potosí y los accesos desde la Carretera Federal 200 (tramo Los Achotes) cuentan con electrificación a través de la red aérea de la CFE, cobertura de telefonía celular móvil y sistemas de fosa séptica particulares para el saneamiento. El abasto de agua se realiza principalmente mediante pozos someros y norias locales que aprovechan el acuífero libre de la unidad Litoral, presentando limitantes estacionales de calidad por intrusión salina. El manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) es cubierto de manera parcial por el servicio de recolección municipal, complementado por acciones de limpieza comunitaria organizadas por los prestadores de servicios.

Relación del Proyecto con el Entorno Socioeconómico

- **Mecanismo de integración regional y beneficios locales**

El proyecto "CASA ZANKA" se conceptualiza como un detonador de derrama económica local bajo un modelo de turismo sustentable de bajo impacto. Durante sus etapas de preparación del sitio, construcción y operación, la relación con el entorno social se articulará bajo los siguientes ejes rectores:

- Generación de empleo directo e indirecto: Se priorizará la contratación de mano de obra local proveniente de las comunidades de Petatlán, Barra de Potosí y San Jeronimito para las labores de edificación, acabados artesanales y servicios turísticos operativos, mitigando el subempleo estacional.
- Encadenamiento productivo local: El abastecimiento de insumos para la construcción (maderas locales, palapa) y la operación del desarrollo (pesca del día, frutas estacionales, servicios de guías de naturaleza) se realizará directamente con proveedores y cooperativas de la zona, inyectando capital directamente al flujo económico de las familias locales.

Análisis de Vulnerabilidad Socioambiental y Adaptación

El binomio comunidad-naturaleza en la Llanura Costera Salina enfrenta retos significativos de vulnerabilidad ante el cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos extremos. Las inundaciones provocadas por la apertura cíclica de la barra de la laguna y las mareas de tormenta asociadas a huracanes no solo ponen en riesgo la infraestructura física, sino la estabilidad económica de la población que depende exclusivamente del turismo de playa. "CASA ZANKA" asume esta vulnerabilidad implementando un esquema de adaptación basada en Ecosistemas:

- Resiliencia comunitaria: Al capacitar al personal local en protocolos de contingencia ambiental y manejo sustentable del agua y residuos, se eleva la resiliencia social del entorno.
- Gobernanza del agua subterránea: La implementación del sistema de tratamiento avanzado mediante el Biodigestor Plus+ de Rotoplas constituye una medida de mitigación estratégica para la gobernanza del agua en la región. Al garantizar una depuración eficiente del efluente, este sistema protege directamente el acuífero somero de la unidad hidrogeológica Litoral, mitigando el riesgo de contaminación por infiltración. De este modo, se salvaguarda la calidad del recurso hídrico subterráneo y se asegura la sustentabilidad ambiental del cuerpo de agua, previniendo impactos negativos acumulativos o sinérgicos en las comunidades vecinas.
- Conservación del paisaje como capital: Al respetar la morfología de las dunas y no introducir vegetación exótica, el proyecto demuestra viabilidad económica: demuestra que un desarrollo puede ser rentable protegiendo el atractivo natural que le da origen al flujo turístico, garantizando la sustentabilidad del mecanismo económico local a largo plazo.

IV. 3.1.4 Paisaje

Paisaje y calidad

El componente paisajístico dentro del Sistema Ambiental del proyecto "CASA ZANKA" se valora metodológicamente como un recurso ambiental de importancia sustantiva y transversal. La calidad escénica y la integridad perceptiva de la franja litoral en el municipio de Petatlán, Guerrero, constituyen el soporte biofísico de los servicios ambientales de recreación, así como la base del atractivo ecoturístico y la viabilidad económica a largo plazo del desarrollo proyectado. Con el objetivo de minimizar la subjetividad perceptual, la caracterización se realiza bajo un enfoque sistemático fundamentado en la delimitación de cuencas y los atributos intrínsecos del entorno.

Visibilidad y cuenca visual

El análisis de visibilidad determina el espacio geográfico que es físicamente accesible a la vista desde un punto de observación o vector específico (cuenca visual) hacia el polígono del proyecto, y viceversa:

- Configuración de la Cuenca Visual: Al ubicarse el predio sobre la unidad geomorfológica de la Llanura Costera Salina, el relieve es predominantemente plano con pendientes inferiores al 2%, lo que configura una cuenca visual de tipología Abierta-Cerrada según el plano de observación.
- Vector marino: Desde la línea de playa actual y la unidad Litoral, la visibilidad es de carácter infinito, orientándose hacia el horizonte del Océano Pacífico. Este espacio posee una alta exposición visual debido a la nula existencia de barreras topográficas o escarpas orográficas.
- Vector continental: Hacia el interior del predio, la cuenca visual se encuentra parcialmente restringida o bloqueada por la presencia de la Vegetación Secundaria Arbustiva derivada de la Selva Baja Caducifolia, cuyas alturas promedio oscilan entre los 3 y 5 metros. Este estrato vegetal actúa como una pantalla natural que intercepta las vistas oblicuas desde las zonas bajas adyacentes y los caminos rurales de acceso.

Calidad paisajística

La calidad paisajística define el valor intrínseco del entorno con base en sus atributos de singularidad, variedad cromática y grado de conservación natural. En el Área de Estudio (AE), la calidad se clasifica en tres niveles diferenciados:

- **Calidad visual alta (frente litoral y barra de potosí)**: Corresponde a la franja de playa, el cordón de dunas de la unidad Litoral y el espejo de agua de la laguna. Este espacio destaca por su alta armonía escénica, el contraste cromático dinámico entre los tonos neutros de la arena y la escala de azules del medio marino-estuarino, así como por la presencia de avifauna nativa residente y migratoria. Presenta un nivel nulo o mínimo de modificaciones antrópicas discordantes.
- **Calidad visual media (zonas interiores del predio):** Ubicada en los terrenos de la planicie donde se asienta la Vegetación Secundaria Arbustiva. Aunque conserva elementos florísticos de la duna costera y un dinamismo estacional evidente (cambio estricto de follaje entre lluvias y estiaje), la calidad se considera moderada debido a signos latentes de perturbación antropogénica previa, como aperturas de senderos y pastizales introducidos.

Fragilidad del paisaje

La fragilidad visual representa la susceptibilidad o vulnerabilidad de un paisaje ante el deterioro perceptivo debido al desarrollo de actividades humanas; es decir, mide la capacidad del entorno para absorber cambios sin perder su carácter original.

Fragilidad muy alta (franja de playa y dunas): La unidad geomorfológica litoral posee una tolerancia nula a la intrusión visual. Al ser un plano horizontal abierto y carecer de cobertura forestal alta, la introducción de volúmenes arquitectónicos masivos, edificaciones rígidas de múltiples niveles o colores estridentes destruiría de forma irreversible la continuidad lineal del horizonte costero.

Fragilidad baja a media (llanura de desplante): El sector interior asignado para la distribución de las obras rústicas de "CASA ZANKA" posee una capacidad de absorción visual significativamente

mayor. La densidad estructural de la vegetación secundaria arbustiva circundante y la llanura permiten mimetizar e integrar construcciones de baja densidad y escala horizontal, disimulando las texturas arquitectónicas dentro de la matriz del paisaje rural dominante.

Frecuencia de la presencia humana

La frecuencia de uso regula la presión visual e institucional sobre el paisaje, identificando el volumen de observadores potenciales y su permanencia en el sitio:

- Dinámica fluvial y lagunar estacional: El predio se ubica en las inmediaciones del núcleo turístico rústico de Barra de Potosí, un destino costero del municipio de Petatlán caracterizado por un flujo de visitantes de tipo estacional y de fin de semana.
- Flujo en temporada de estiaje: Coincidiendo con los meses de noviembre a abril (periodo en que se consolidan los efectos secos de los vientos del Norte e invierno), la presencia humana se intensifica debido a las actividades recreativas de playa, recorridos náuticos en la laguna y la visitación ecoturística para la observación de aves.
- Flujo en temporada de lluvias: Durante los meses húmedos (junio a octubre), la presencia humana disminuye drásticamente debido al incremento térmico y a la vulnerabilidad por inundaciones pluviales extraordinarias o mareas de tormenta asociadas al impacto de ciclones tropicales, restringiendo la observación paisajística a la población local estable y a los pescadores artesanales tradicionales de la subcuenca RH19Ca.

Directrices de manejo y mitigación paisajística

- Los resultados del análisis sistemático del paisaje determinan las condicionantes de diseño arquitectónico y ambiental aplicables a "CASA ZANKA":

Mimetismo estructural y alturas: Con el fin de no alterar la semicuenca visual abierta del litoral y respetar la fragilidad detectada en la franja de playa, ninguna edificación del proyecto rebasará los dos niveles de altura o sobresaldrá por encima del dosel arbustivo de la vegetación secundaria local. Las obras deberán distribuirse de forma difusa en el interior del predio para ser absorbidas por la pantalla vegetal preexistente.

Paleta de color de bajo contraste: Se prohíbe el empleo de acabados reflectantes, acristalamientos masivos o tonalidades cromáticas primarias que generen una intrusión visual discordante. Las fachadas y techumbres utilizarán materiales locales y colores orgánicos que guarden armonía directa con las tonalidades tierra del suelo Solonchak Gléyico y la fenología caducifolia de la vegetación circundante.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

Para la obtención del diagnóstico ambiental integral del área de estudio y su correspondiente Sistema Ambiental (SA), se efectuó una caracterización y descripción tanto cualitativa como cuantitativa de los componentes biofísicos y socioeconómicos que estructuran el territorio. Este diagnóstico permite establecer la Línea de Base Ambiental indispensable para evaluar, con rigor científico, la capacidad de carga del sitio, sus restricciones ecológicas y la magnitud de las interacciones que generará la ejecución del proyecto "CASA ZANKA".

Desde una perspectiva de ecología del paisaje, el predio particular y su entorno inmediato dentro del municipio de Petatlán, Guerrero, se identifican técnicamente como un ecosistema costero

fragmentado y moderadamente perturbado. Las evaluaciones de campo confirman que el sitio presenta alteraciones sinérgicas derivadas de actividades antropogénicas previas e históricas (tales como la apertura de accesos, ganadería extensiva local y el desarrollo de infraestructura costera rústica no planificada), lo que ha modificado paulatinamente la dinámica litorológica e hidrológica original. Consecuentemente, los subsistemas del polígono ya no operan bajo condiciones prístinas o climácicas.

Caracterización de los subsistemas

La Línea de Base del medio físico y biológico queda determinada por la interacción de los siguientes factores diagnósticos analizados en la cartografía.

Subsistema abiótico

- **Geología y relieve**: Mientras que la porción norte y continental de la subcuenca RH19Ca exhibe una orografía rejuvenecida dominada por la Sierra Baja Compleja (basamentos cristalinos de Granito-Granodiorita y secuencias metamórficas), el predio del proyecto se emplaza al 100% sobre la unidad de Llanura Costera Salina. Esta geoforma litoral baja se caracteriza por una topografía prácticamente plana con pendientes inferiores al 1% o 2%.
- **Edafología**: El sustrato edáfico sobre el cual se proyectan las obras corresponde de forma exclusiva a la unidad Solonchak Gléyico. Las propiedades físicas y químicas intrínsecas de este suelo imponen limitantes mecánicas severas debido a su alta concentración de sales solubles (altamente corrosivo para cimentaciones convencionales) y a sus procesos de reducción anóxica por saturación hídrica prolongada.
- **Hidrología superficial y subterránea:** El predio se localiza en la zona de descarga terminal de la subcuenca, colindando directamente con el cuerpo de agua de la Laguna de Barra de Potosí. El acuífero subsuperficial alojado en las arenas de la unidad Litoral es de tipo libre y altamente somero (manto freático localizado entre los 0.50 m y 1.50 m de profundidad), manifestando una marcada vulnerabilidad a la contaminación por infiltración de lixiviados y a procesos de intrusión salina.

Subsistema Biótico

Vegetación terrestre y sucesión florística: La matriz vegetal climácica regional de la Costa Grande corresponde a la Selva Baja Caducifolia. Sin embargo, la caracterización in situ demuestra que la cubierta original del predio ha sido reemplazada por estadios sucesionales clasificados como duna costera, con alturas de dosel que oscilan entre los 2 y 3 metros, alternadas con pastizales ruderales.

Ecosistemas sensibles de borde: En las colindancias del polígono interactúan dos microformas de alta sensibilidad ecológica: el cordón frontal de Dunas Costeras (con presencia de vegetación halófila fijadora del sustrato arenoso) y la franja hidrófila de transición palustre asociada al vaso lagunar.

Diagnóstico socioeconómico y productivo

El subsistema antropogénico del área de influencia se integra formalmente en la dinámica económica del nodo costero de Petatlán:

- **Estructura poblacional e identidad:** Las localidades costeras adyacentes (Barra de Potosí y San Jeronimito) presentan una población en edad productiva concentrada en los sectores

de entre 15 y 64 años, con una identidad sociocultural estrechamente ligada a la explotación artesanal de los recursos litorales y marinos. La presencia de población o comunidades indígenas es estadísticamente minoritaria, descartando afectaciones a derechos ancestrales.

- **Dinámica económica e informalidad:** Aunque las actividades primarias tradicionales (cultivo de copra, mango y ganadería) dominan los valles aluviales interiores, la franja costera inmediata registra una transición acelerada hacia el sector terciario (Turismo rústico, comercio y servicios de ramadas). Existe una elevada vulnerabilidad económica debido a la subocupación e informalidad laboral estacional, la cual se agudiza drásticamente fuera de los periodos vacacionales o durante la veda turística provocada por la temporada climática húmeda.
- **Infraestructura y saneamiento:** El área de influencia adolece de redes formales de drenaje y plantas de tratamiento colectivas, dependiendo históricamente de fosas sépticas particulares ruderales que ejercen una presión latente sobre la calidad del acuífero somero de la unidad Litoral.

Integración e interpretación del inventario ambiental

La interpretación holística del inventario ambiental demuestra que el predio de "CASA ZANKA" no funciona como un elemento aislado, sino como una interfase terrestre-marina-estuarina de alta fragilidad y dinamismo:

El suelo Solonchak Gléyico, el manto freático somero y la geomorfología de Llanura Costera Salina configuran un sistema de alta sensibilidad abiótica. Las modificaciones introducidas en el predio por terracerías e incendios históricos para ganadería redujeron la densidad de la Selva Baja Caducifolia original, dando paso a la Vegetación Secundaria Arbustiva.

Sin embargo, el ecosistema mantiene intactos sus servicios ambientales de amortiguamiento físico (el cordón de dunas protege contra la erosión eólica y marina) y regulación hidrológica (absorción de escurrimientos pluviales difusos). La fragilidad del paisaje es Muy Alta en el frente de playa y Media-Baja en las zonas interiores arbustivas, lo que indica que el sitio posee la capacidad de absorber infraestructura turística rústica siempre y cuando se respete la escala horizontal y la matriz vegetal existente.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Identificación de impactos.

El presente apartado describe el proceso metodológico diseñado para la caracterización ambiental del Sistema Ambiental Regional (SAR), con el objetivo de identificar los factores susceptibles de recibir afectaciones significativas por las obras o actividades del proyecto. Este análisis permite evaluar las interacciones entre los componentes del proyecto y el entorno, logrando una interpretación integral del comportamiento del SAR ante el desarrollo propuesto. La elaboración de este capítulo se fundamenta en el marco jurídico ambiental vigente, específicamente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). De acuerdo con la fracción XX del artículo 3° de dicha Ley, la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) es el instrumento técnico-normativo mediante el cual se dan a conocer los impactos ambientales, significativos y potenciales, que generaría una obra o actividad, estableciendo las medidas necesarias para evitar o atenuar aquellos de carácter negativo.

Bajo esta premisa, el objetivo central del análisis es identificar los impactos ambientales significativos. Para efectos de este estudio, se adopta la definición reglamentaria de la LGEEPA, entendiendo por impacto significativo aquel que:

• "...resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales."

En cumplimiento con la fracción V del artículo 12 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), en las secciones siguientes se presenta la identificación, descripción y evaluación técnica de los impactos potencialmente generados o inducidos por el proyecto. El análisis se centra rigurosamente en aquellos efectos que, por su magnitud y naturaleza, se ajustan a los criterios de significancia dispuestos en la fracción IX del Artículo 3° del REIA.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Este apartado describe el proceso analítico para prever los impactos ambientales (compatibles, moderados, severos y críticos) derivados de la ejecución del proyecto “CASA ZANKA”. La metodología integra la información del diagnóstico ambiental previo con herramientas cuantitativas para identificar las alteraciones al medio.

Para el análisis, se tomaron en cuenta los siguientes factores determinantes:

- Contexto geográfico: Ubicación, colindancias, características litológicas y topográficas del predio.
- Investigación de campo: Recorridos analíticos cualitativos y levantamientos de flora y fauna (presencia, distribución y abundancia).
- Ingeniería del proyecto: Datos técnicos, planos de obra, actividades y cronograma de ejecución.
- Factores ambientales: Climatología, recursos hidrológicos, calidad del paisaje y salud ambiental.
- Entorno socioeconómico: Demografía, población económicamente activa y situación social regional.

Descripción del Modelo: Cantú-Martínez (2000)

La metodología aplicada es la denominada "Impacto de los componentes y subcomponentes y su importancia relativa" (Cantú-Martínez, 2000), la cual es una evolución de las matrices tipo Leopold. Su principal ventaja es que no solo identifica el impacto, sino que utiliza algoritmos para priorizar qué componentes ambientales requieren atención urgente.

El proceso se divide en las siguientes fases operativas:

Matriz de grado (identificación)

Se construye una matriz donde las filas representan los subcomponentes ambientales y las columnas las actividades del proyecto (Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento).

Valoración: Se asigna un puntaje de magnitud: 0 (Nulo), 0.5 (Moderado/Poco Significativo) y 1.0 (Significativo).

Criterio de Selección: Se calcula la media de los impactos (μ), a través de la aplicación de la siguiente formula:

$$u \sum_{\square} \left(\frac{impacto\ total\ de\ las\ actividades}{numero\ de\ subcomponentes} \right)$$

Aquellos subcomponentes con un valor igual o superior a u

se consideran los más impactados y avanzan a la fase de cribado.

Análisis de rango y extensión (caracterización)

Este análisis cualitativo complementa la matriz de grado, identificando si el impacto es:

- Primario: Generado directamente por la obra.
- Sinérgico: Si el área ya presenta impactos previos que el proyecto podría potenciar.
- Puntual o Extenso: Definiendo el alcance geográfico de la alteración.

Matriz de Cribado y coeficientes de importancia (priorización)

Se utiliza para establecer la interrelación entre los subcomponentes críticos. Se asignan puntajes de relación (0: nula, 0.5: mediana, 1: fuerte) para obtener los siguientes indicadores:

- C.I.R.J. (X): Coeficiente de Importancia Relativa Jerarquizada. Define qué variables son estructuralmente más importantes para el sistema.
- C.I.R.S.M.I. (Y): Coeficiente de Importancia Relativa del Subcomponente más Impactado.

Gráfico de priorización y evaluación global

Los coeficientes se grafican para visualizar el orden de prioridades. Los elementos situados a la derecha (eje X) poseen mayor jerarquía, mientras que los más cercanos al eje X (eje Y) son los que reciben mayor presión.

Finalmente, se realiza una Prospección del Área (basada en Glasson et al. y Byron), asignando valores de: 1 (No satisfactorio), 2 (Aceptable) y 3 (Satisfactorio), lo que permite determinar la procedencia técnica del proyecto y la necesidad de restricciones específicas.

V.2 Caracterización de los impactos

V.2.1 Indicadores de impacto

Los indicadores seleccionados representan los componentes del sistema ambiental que experimentarán alteraciones significativas debido a las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto. Para este análisis, se han agrupado en tres dimensiones fundamentales:

Componentes Físico-Químicos

Calidad del aire: Evaluación de la presencia de polvos y gases de combustión que no produzcan molestias o afecciones a la salud. Según la matriz de caracterización, este impacto es de tipo Temporal Negativo (TN) durante todas las etapas.

Calidad del agua subterránea/superficial: Niveles de contaminantes en el manto freático, específicamente coliformes y grasas. Se identifica como un impacto mayormente sin efecto (SI), salvo en la etapa de construcción donde es TN.

Características fisicoquímicas del suelo: Permanencia de la capa orgánica apta para mantener vida silvestre. Este factor presenta un impacto de tipo Permanente Negativo (PN) debido al desplante de infraestructura.

Contaminación acústica: Niveles sonoros que rebasen de manera sinérgica los decibeles existentes en la zona. Es un impacto TN con alta recurrencia en las etapas de obra.

Componentes Ecológicos/Bióticos

Cobertura vegetal: Mantenimiento de las especies vegetales dentro del predio. Es el indicador con mayor peso relativo (0.186) en la matriz de cribado, clasificado como PN.

Comunidad de fauna: Afectación a la permanencia de la fauna silvestre en el predio. Se evalúa como un impacto TN derivado principalmente del ahuyentamiento por ruido y actividad humana.

Estructura del paisaje: Cambios en la visibilidad y estética actual por la introducción de elementos arquitectónicos nuevos. Aunque inicia como TN, evoluciona a un impacto Permanente Positivo (PP) durante la operación gracias al diseño paisajístico.

Calidad sanitaria del ambiente: Condiciones del entorno que garantizan una vida sana para los residentes. Presenta una tendencia PP en la fase operativa.

Componentes Socioeconómicos

Oferta/demanda de empleos: Generación de puestos de trabajo temporales y permanentes en la región de Petatlán. Este indicador muestra un beneficio Permanente Positivo (PP) con un coeficiente de importancia jerarquizada de 0.389.

Medidas de seguridad e higiene: Capacidad de los servicios locales para satisfacer los requerimientos del proyecto. Clasificado como PP en su fase final.

Requerimiento de servicios: Demanda de bienes para el funcionamiento del proyecto. Presenta un impacto acumulativo PP.

Tráfico vehicular: Incremento de la carga vehicular en la infraestructura vial colindante. Se identifica como un impacto Permanente Negativo (PN).

V.3. Valoración de los impactos

A partir de la caracterización ambiental y la definición de las actividades del proyecto, se procedió a la ejecución de un modelo de evaluación matricial basado en la metodología de Cantú-Martínez (2000). Este proceso permitió cuantificar y jerarquizar las alteraciones potenciales al sistema ambiental mediante el uso de cuatro instrumentos analíticos complementarios:

- Matriz de grado (magnitud): Esta herramienta identifica la intensidad de la interacción entre las acciones del proyecto y los factores del medio, clasificando los impactos según su magnitud en: significativo (1.0), poco significativo (0.5) o nulo (0.0).
- Matriz de naturaleza (signo): Define la dirección del cambio ambiental, diferenciando entre impactos negativos (detrimento del componente) y positivos (beneficio o mejora del entorno).
- Matriz de rango y extensión: Clasifica las variables fisicoquímicas, ecológicas y socioeconómicas según su alcance espacial (puntual o extenso) y su origen (primario o sinérgico/acumulativo), permitiendo entender la influencia del proyecto más allá de los límites físicos del predio.
- Matriz de cribado (jerarquización): Representa el análisis final de interrelación sistémica. A través de ella, se determinan el Coeficiente de Importancia Relativa Jerarquizada (C.I.R.J.) y el Coeficiente de Importancia Relativa del Subcomponente más Impactado (C.I.R.S.M.I.).

Esta evaluación integral no solo permite diagnosticar el estado futuro del Sistema Ambiental, sino que establece una base científica para jerarquizar las medidas de mitigación. De esta manera, el plan de manejo ambiental se enfoca prioritariamente en aquellos componentes que, por su vulnerabilidad o valor ecológico, presentan los coeficientes de impacto más elevados, garantizando la viabilidad y sustentabilidad de la obra.

SIMBOLOGÍA	Preparación del sitio	Remoción de covertura vegetal	Construcción de instalaciones provisionales	Nivelación y compactación	VALOR DEL IMPACTO SUBTOTAL (upi)	Construcción	Cimentación	Estructura de concreto y albañileria	Habilitación de áreas verdes	Instalación de servicios hidráulicos, electrícos y sanitarios	Limpieza general del área	VALOR DEL IMPACTO SUBTOTAL (upi)	Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento	Mantenimiento de la red de servicios	Mantenimiento de áreas verdes	VALOR DEL IMPACTO SUBTOTAL (upi)	IMPACTO TOTAL DE LA VARIABLE AMBIENTAL	IMPACTO TOTAL DEL COMPONENTE
1																			
IMPACTO SIGNIFICATIVO																			
0.5																			
IMPACTO POCO SIGNIFICATIVO																			
0																			
IMPACTO NULO																			
FÍSICOS Y QUÍMICOS																			
Calidad del aire		0.5	0.5	0.5	1.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5		0.5	0.5	0.5	1.5	5.5	
Calidad del agua Subterranea/Superficial		0.0	0.0	0.5	0.5		0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	1		0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	
Características fisico-quimicas del suelo		0.5	0.5	0.5	1.5		1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.5		0.5	0.0	0.5	1.0	4.0	
Contaminación acustica		0.5	0.5	0.5	1.5		0.5	0.5	0.0	0.0	0.5	1.5		0.5	0.5	0.5	1.5	4.5	**15.5**
ECOLÓGICOS/BÓTICOS																			
Cobertura vegetal		1.0	0.0	0.0	1.0		0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0		0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	
Comunidad de fauna		1.0	0.5	0.5	2.0		0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0		0.5	0.0	0.5	1.0	4.0	
Estructura del paisaje		1.0	0.5	0.5	2.0		0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	1.5		0.5	0.5	0.5	1.5	5.0	
Calidad sanitaria del ambiente		1.0	0.5	0.5	2.0		0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	1.5		0.5	0.5	0.5	1.5	5.0	
IMPACTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES		5.5	3.0	3.5	12.0		4.5	4.5	0.5	1	1	11.5		3.0	2.0	3.0	8.0		**16.0**
IMPACTO TOTAL DE LA ETAPA																		**31.5**	

Tabla 27. Matriz de identificación de impactos sobre las variables fisicoquímicas y ecológicas de acuerdo con su grado de impacto.

SIMBOLOGÍA	Etapa y preparación del sitio	Remoción de covertura vegetal	Construcción de instalaciones provisionales	Nivelación y compactación	VALOR DEL IMPACTO SUBTOTAL (upi)	Etapa de construcción	Cimentación	Estructura de concreto y albañileria	Habilitación de áreas verdes	Instalación de servicios hidráulicos, electricos y sanitarios	Limpieza general del área	VALOR DEL IMPACTO SUBTOTAL (upi)	Etapa de operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento	Mantenimiento de la red de servicios	Mantenimiento de áreas verdes	VALOR DEL IMPACTO SUBTOTAL (upi)	IMPACTO TOTAL DE LA VARIABLE AMBIENTAL	IMPACTO TOTAL DEL COMPONENTE
1																			
IMPACTO SIGNIFICATIVO																			
0.5																			
IMPACTO POCO SIGNIFICATIVO																			
0																			
IMPACTO NULO																			
SOCIOECONÓMICOS																			
Oferta /Demanda de Empleo		0.5	1.0	1.0	2.5		1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	4.0		1.0	0.5	0.5	2.0	8.5	
Medidas de Seguridad e Higiene		1.0	0.5	0.5	2.0		1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	4.0		0.5	0.5	1.0	2.0	8.0	
Requerimientos de Servicios		1.0	0.5	0.5	2.0		0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	3.5		1.0	0.5	0.5	2.0	7.5	
Tráfico vehicular		0.5	1.0	0.5	2.0		1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	3.0		0.5	0.5	0.5	1.5	6.5	
IMPACTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES		3.0	3.0	2.5	8.5		3.5	3.5	2.0	2.5	3.0	14.5		3.0	2.0	2.5	7.5		**30.5**
IMPACTO TOTAL DE LA ETAPA																		**30.5**	

Tabla 28. Matriz de identificación de impactos sobre las variables socioeconómicas de acuerdo con su grado de impacto.

SIMBOLOGÍA		Etapa de preparación del sitio	Remoción de covertura vegetal	Construcción de instalaciones provisionales	Nivelación y compactación	Etapa de construcción	Cimentación	Estructura de concreto y albañileria	Habilitación de áreas verdes	Instalación de servicios hidráulicos, electrícos y sanitarios	Limpieza general del área	Etapa de operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento	Mantenimiento de la red de servicios	Mantenimiento de áreas verdes	IMPACTO PERMANENTE POSITIVO (PP)	IMPACTO POSITIVO TEMPORAL (TP)	SIN IMPACTO (SI)	IMPACTO TEMPORAL NEGATIVO (TN)	IMPACTO PERMANENTE NEGATIVO (PN)
CODIGO	TIPO DE IMPACTO																				
PP	PERMANENTE POSITIVO																				
TP	TEMPORAL POSITIVO																				
SI	SIN IMPACTO																				
TN	TEMPORAL NEGATIVO																				
PN	PERMANENTE NEGATIVO																				
FÍSICOS Y QUÍMICOS																					
Calidad del aire			TN	TN	TN		TN	TN	PP	SI	TN		TN	TN	TN	1	0	1	9	0
Calidad del agua subterranea/superficial			SI	SI	PN		TN	TN	PP	PN	SI		SI	SI	SI	1	0	6	2	2
Caracteristicas físico-químicas del suelo			PN	TN	PN		PN	PN	PP	PN	SI		TN	TN	TN	1	0	1	4	5
Contaminación acustica			TN	TN	TN		TN	TN	TN	TN	SI		TN	TN	TN	0	0	1	10	0
ECOLÓGICOS/BIÓTICOS																					
Cobertura vegetal			TN	TN	TN		PN	PN	PP	TN	SI		SI	TN	SI	1	0	3	5	2
Comunidad de fauna			TN	SI	SI		TN	TN	PP	TN	SI		SI	TN	TN	1	0	4	6	0
Estructura del paisaje			TN	TN	TN		TN	TN	PP	TN	TN		PP	TP	PP	3	1	0	7	0
Calidad sanitaria del ambiente			TN	TN	TN		TN	TN	PP	TN	TN		PP	TP	PP	3	1	0	7	0
IMPACTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES																11.0	2.0	16.0	50.0	9.0

Tabla 29. Matriz de identificación de impactos por su efecto e incidencias sobre las variables físico-químicas y ecológicas.

SIMBOLOGÍA		Etapa de preparación del sitio	Remoción de covertura vegetal	Construcción de instalaciones provisionales	Nivelación y compactación	Etapa de construcción	Cimentación	Estructura de concreto y albañileria	Habilitación de áreas verdes	Instalación de servicios hidráulicos, electricos y sanitarios	Limpieza general del área	Etapa de operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento	Mantenimiento de la red de servicios	Mantenimiento de áreas verdes	IMPACTO PERMANENTE POSITIVO (PP)	IMPACTO POSITIVO TEMPORAL (TP)	SIN IMPACTO (SI)	IMPACTO TEMPORAL NEGATIVO (TN)	IMPACTO PERMANENTE NEGATIVO (PN)
CODIGO	TIPO DE IMPACTO																				
PP	PERMANENTE POSITIVO																				
TP	TEMPORAL POSITIVO																				
SI	SIN IMPACTO																				
TN	TEMPORAL NEGATIVO																				
PN	PERMANENTE NEGATIVO																				
SOCIOECONÓMICOS																					
Oferta/demanda de empleo			TP	TP	TP		TP	TP	TP	TP	TP		PP	PP	PP	3	8	0	0	0
Medidas de seguridad e higiene			TP	TP	TP		TP	TP	TP	PP	PP		PP	PP	PP	5	6	0	0	0
Requerimiento de servicios			SI	TP	TP		SI	TP	TP	TP	TP		PP	PP	PP	3	6	2	0	0
Trafico vehicular			TN	TN	TN		TN	TN	TN	SI	TN		PN	PN	PN	0	0	1	7	3
IMPACTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES																11.0	20.0	3.0	7.0	3.0

Tabla 30. Matriz de identificación de impactos por su efecto e incidencias sobre las variables socioeconómicas.

SIMBOLOGÍA		Etapa de preparación del sitio	Remoción de covertura vegetal	Construcción de instalaciones provisionales	Nivelación y compactación	Etapa de construcción	Cimentación	Estructura de concreto y albañileria	Habilitación de áreas verdes	Instalación de servicios hidráulicos, electrícos y sanitarios	Limpieza general del área	Etapa de operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento	Mantenimiento de la red de servicios	Mantenimiento de áreas verdes	IMPACTO PUNTUAL PRIMARIO (PP)	IMPACTO PUNTUAL ACUMULATIVO (PA)	SIN IMPACTO (SI)	IMPACTO EXTENSO PRIMARIO (EP)	IMPACTO EXTENSO ACUMULATIVO (EA)
CODIGO	TIPO DE IMPACTO																			
PP	PUNTUAL PRIMARIO																			
PA	PUNTUAL ACUMULATIVO																			
SI	SIN IMPACTO																			
EP	EXTENSO PRIMARIO																			
EA	EXTENSO ACUMULATIVO																			
FÍSICOS Y QUÍMICOS																				
Calidad del aire			PP	PP	PP		PP	PP	PP	SI	PP		PP	PP	PP	10	0	1	0	0
Calidad del agua subterranea/superficial			PP	SI	PP		SI	PP	SI	PP	PP		SI	SI	SI	5	0	6	0	0
Caracteristicas físico-químicas del suelo			PA	PP	PA		PP	PP	PA	SI	PP		PA	SI	PP	5	4	2	0	0
Contaminación acustica			PP	PP	PP		PP	PA	PP	SI	PP		PP	PP	PP	9	1	1	0	0
ECOLÓGICOS/BIÓTICOS																				
Cobertura vegetal			PA	PP	SI		PP	PP	SI	SI	SI		PP	SI	SI	4	1	6	0	0
Comunidad de fauna			PP	SI	PP		PP	PP	PP	SI	SI		PA	PP	SI	6	1	4	0	0
Estructura del paisaje			PP	PP	PP		PP	PP	PP	PP	PP		PA	SI	PP	9	1	1	0	0
Calidad sanitaria del ambiente			PP	PP	PP		PP	PP	PP	PP	PP		PA	PA	PP	9	2	0	0	0
IMPACTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES																57.0	10.0	21.0	0.0	0.0

Tabla 31. Matriz de identificación de impactos sobre las variables físico-químicas y ecológicas de acuerdo con su rango y extensión.

SIMBOLOGÍA		Etapa de preparación del sitio	Remoción de covertura vegetal	Construcción de instalaciones provisionales	Nivelación y compactación	Etapa de construcción	Cimentación	Estructura de concreto y albañileria	Habilitación de áreas verdes	Instalación de servicios hidráulicos, electricos y sanitarios	Limpieza general del área	Etapa de operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento	Mantenimiento de la red de servicios	Mantenimiento de áreas verdes	IMPACTO PUNTUAL PRIMARIO (PP)	IMPACTO PUNTUALACUMULATIVO (PA)	SIN IMPACTO (SI)	IMPACTO EXTENSO PRIMARIO (EP)	IMPACTO EXTENSO ACUMULATIVO (EA)
CODIGO	TIPO DE IMPACTO																			
PP	PUNTUAL PRIMARIO																			
PA	PUNTUAL ACUMULATIVO																			
SI	SIN IMPACTO																			
EP	EXTENSO PRIMARIO																			
EA	EXTENSO ACUMULOTIVO																			
SOCIOECONÓMICOS																				
Oferta/demanda de empleo			PP	PP	PP		PP	PP	PP	PP	PP		PP	PP	PP	11	0	0	0	0
Medidas de seguridad e higiene			PP	PP	PP		PP	PP	PP	PP	EP		EA	EA	EA	7	0	0	1	3
Requerimiento de servicios			SI	PP	SI		SI	PP	PP	PP	PP		EA	PP	EA	6	0	3	0	2
Trafico vehicular			PP	PP	PP		SI	PP	PP	PP	PP		EA	PP	PP	9	0	1	0	1
IMPACTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES																33.0	0.0	4.0	1.0	6.0

Tabla 32. Matriz de identificación de impactos sobre las variables socioeconómicas de acuerdo con su rango y extensión.

	NOMINAL	Calidad sanitaria del ambiente	Estructura del paisaje	Comunidad de fauna	Cobertura vegetal	Contaminación acustica	Caracteristicas físico-químicas del suelo	Calidad del agua subterranea/superficial	Calidad del aire	SUMA	C.I.R.-S.M.I.
Calidad del aire	1.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0		2.0	0.057
Calidad del agua subterranea/superficial	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.0	1.0		0.5	6.0	0.171
Caracteristicas físico-químicas del suelo	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	0.0		0.5	0.0	4.0	0.114
Contaminación acustica	1.0	0.5	0.0	0.5	0.0		0.0	0.0	0.0	2.0	0.057
Cobertura vegetal	1.0	1.0	1.0	1.0		0.0	1.0	1.0	0.5	6.5	0.186
Comunidad de fauna	1.0	1.0	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5.0	0.143
Estructura del paisaje	1.0	0.5		0.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	3.5	0.100
Calidad sanitaria del ambiente	1.0		0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	6.0	0.171
NOMINAL		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
SUMA		6.0	4.0	6.0	5.5	2.0	4.5	3.5	3.5	35.0	1.0
C.I.R.-J		0.171	0.114	0.171	0.157	0.057	0.129	0.100	0.100	1.0	1.0

Tabla 33. Matriz de cribado para el análisis de impactos ambientales sobre las variables fisicoquímicas y ecológicas

	NOMINAL	Trafico vehicular	Requerimiento de servicios	Medidas de seguridad e higiene	Oferta/demanda de empleo	SUMA	C.I.R.-S.M.I.
Oferta/demanda de empleo	1.0	1.0	1.0	0.5		3.5	0.389
Medidas de seguridad e higiene	1.0	0.5	1.0		0.5	3.0	0.333
Requerimiento de servicios	1.0	0.0		0.5	1.0	2.5	0.278
Trafico vehicular	1.0		0.5	0.5	0.5	2.5	0.278
NOMINAL		1.0	1.0	1.0	1.0		
SUMA		2.5	3.0	2.5	3.0	9.0	1.0
C.I.R.-J		0.278	0.333	0.278	0.333	0.9	0.9

Tabla 34. Matriz de cribado para el análisis de impactos ambientales sobre las variables socioeconómicas

A continuación, se presenta la descripción analítica de la información obtenida a través de la matriz de evaluación ambiental estructurada detalladamente conforme a los criterios y escalas de ponderación establecidos:

1. **Por el grado de impacto**

De acuerdo con los criterios metodológicos unificados en las matrices, las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales/sociales se clasifican cuantitativamente bajo tres niveles de ponderación:

Impacto Significativo (1.0), Impacto Poco Significativo (0.5) e Impacto Nulo (0.0).

A. **Impactos Significativos (Valor: 1.0)**

Este rango identifica los efectos de mayor magnitud, ya sea como alteraciones críticas en el medio natural que exigen mitigación obligatoria o como beneficios sustanciales en el entorno socioeconómico:

Componente Ecológico/Biótico: Durante la Etapa de preparación del sitio, la actividad de Remoción de cobertura vegetal genera un impacto significativo simultáneo 1.0 sobre las variables de Cobertura vegetal, Comunidad de fauna, Estructura del paisaje y Calidad sanitaria del ambiente. En la Etapa de construcción, la Estructura de concreto y albañilería produce un impacto significativo 1.0 focalizado en la Estructura del paisaje debido a la modificación visual del sitio.

Componente Físico/Químico: La actividad de Cimentación incide de forma significativa 1.0 sobre las Características físico-químicas del suelo, derivado de la alteración mecánica directa del sustrato.

Componente Socioeconómico: Este componente concentra la mayor cantidad de valores significativos 1.0, los cuales representan impactos positivos (beneficios) o requerimientos normativos clave:

- Oferta/Demanda de Empleo: Se activa significativamente 1.0 desde la Construcción de instalaciones provisionales y Nivelación, manteniéndose al máximo durante la Cimentación, Estructura de concreto, Limpieza general y la fase de Operación y mantenimiento.
- Medidas de Seguridad e Higiene: Registran una significancia de 1.0 en actividades de alta exposición civil como la Remoción de vegetación, Cimentación, Estructura de concreto, Limpieza y el posterior Mantenimiento de áreas verdes.
- Requerimientos de Servicios: Muestra un valor de 1.0 durante la Remoción de vegetación, Estructura de concreto, Instalación de servicios hidráulicos y la Operación y mantenimiento habitacional.
- Tráfico Vehicular: Presenta afectación significativa 1.0 por el flujo de insumos y maquinaria en las fases de Construcción de instalaciones provisionales, Cimentación y al inicio de la Operación y mantenimiento.

B. **Impactos Poco Significativos (Valor: 0.5)**

Representan efectos de carácter moderado, transitorios o de baja intensidad, que son asimilados de forma natural por el entorno o controlados mediante buenas prácticas de ingeniería:

- Vectores Físicos y Ambientales: Las variables de Calidad del aire y Contaminación acústica mantienen una constante de 0.5 en la gran mayoría de las etapas operativas y constructivas

debido a las emisiones intermitentes de fuentes móviles. Asimismo, el componente biótico Comunidad de fauna, Estructura del paisaje, Calidad sanitaria se estabiliza en 0.5 durante las fases de edificación y operación.

- Dinámica Hídrica: La Calidad del agua subterránea/superficial registra impactos poco significativos 0.5 únicamente durante las actividades de Nivelación y compactación, Cimentación y Estructura de concreto, lo que demuestra una interacción controlada con el acuífero somero.
- Estabilización Social: Variables socioeconómicas como Oferta/Demanda de empleo, Medidas de seguridad y Tráfico vehicular se mitigan y asimilan hacia valores de 0.5 en actividades secundarias como la Habilitación de áreas verdes, Instalación de servicios y los mantenimientos rutinarios de las redes de infraestructura.

C. Impactos Nulos Valor: 0.0

Indican la ausencia absoluta de interacción, afectación o alteración entre la actividad ejecutada y el factor evaluado:

- Protección Hídrica Inicial: La Calidad del agua subterránea/superficial se mantiene intacta 0.0 durante la Remoción de cobertura vegetal, Construcción de instalaciones provisionales, Habilitación de áreas verdes, Instalación de servicios y la fase de Operación.
- Consolidación de la Cobertura Vegetal: Una vez concluida la fase inicial de preparación del sitio, la afectación sobre la variable Cobertura vegetal desciende a cero 0.0 en actividades como la edificación de instalaciones provisionales, nivelación, y la totalidad de la fase de Operación y mantenimiento, garantizando que no habrá desmontes secundarios en el polígono.

A continuación, se presenta el análisis técnico descriptivo de los impactos identificados en las matrices ambientales y socioeconómicas, organizados de acuerdo con su persistencia temporalidad y su extensión espacial área de influencia:

2. Por su persistencia o temporalidad

Este criterio evalúa la duración de los efectos generados en el tiempo, clasificándose de acuerdo con las matrices:

Impacto Permanente Positivo PP, Impacto Temporal Positivo TP, Sin Impacto SI, Impacto Temporal Negativo TN e Impacto Permanente Negativo PN.

A. Componentes Físicos, Químicos y Bióticos

Impactos Temporales Negativos TN: Suman un total de 50 interacciones en la matriz. Predominan de forma absoluta durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción para variables como la Calidad del aire 9 interacciones, Contaminación acústica 10 interacciones y los componentes bióticos. Esto confirma que las afectaciones por ruido, polvo y perturbación a la fauna cesarán por completo una vez concluidas las obras civiles.

Impactos Permanentes Negativos PN: Se registran únicamente 9 interacciones en todo el ciclo del proyecto. Están estrictamente focalizados en las Características físico-químicas del suelo 5 interacciones debido a la pérdida irreversible de suelo bajo la huella de desplante, y de forma

marginal en la Calidad del agua 2 interacciones por la instalación de servicios y la Cobertura vegetal 2 interacciones por la remoción física de vegetación leñosa.

Impactos Permanentes Positivos PP y Temporales Positivos TP: La Habilitación de áreas verdes genera un beneficio permanente PP en casi todos los factores bióticos y físicos al restituir servicios ecosistémicos. Durante la fase de Operación, variables como la Estructura del paisaje y la Calidad sanitaria del ambiente consolidan impactos permanentes positivos PP, acumulando 11.0 puntos totales en la etapa debido a la integración del diseño arquitectónico adaptativo.

B. Componente Socioeconómico

Impactos Temporales Positivos TP: Suman 20 interacciones. Se concentran en las fases de Preparación del sitio y Construcción para las variables de Oferta/demanda de empleo 8 interacciones y Medidas de seguridad e higiene 6 interacciones, reflejando la contratación activa pero finita de mano de obra para la edificación.

Impactos Permanentes Positivos PP: Suman 11 interacciones y se consolidan plenamente durante la fase de Operación y mantenimiento para el empleo, la seguridad y los requerimientos de servicios, traduciéndose en un beneficio económico estable para la región de Petatlán.

Impactos Temporales y Permanentes Negativos TN / PN: El Tránsito vehicular registra impactos temporales negativos TN, 7 interacciones durante las obras por el movimiento de camiones, y evoluciona a permanente negativo PN, 3 interacciones durante la operación debido al flujo residencial continuo, aunque manteniéndose en un rango controlado.

3. Por su extensión o área de influencia

Este parámetro determina el alcance espacial de las alteraciones, clasificándose según las matrices: Impacto Puntual Primario PP, Impacto Puntual Acumulativo PA, Sin Impacto SI, Impacto Extenso Primario EP e Impacto Extenso Acumulativo EA.

A. Componentes Físicos, Químicos y Bióticos

Impactos Puntuales Primarios PP: Representan la condición predominante del proyecto con un total de 57 interacciones. La Calidad del aire 10 interacciones y la Contaminación acústica 9 interacciones se catalogan de esta manera, demostrando que las emisiones atmosféricas y de ruido se limitarán estrictamente de forma local al polígono del predio, sin dispersarse significativamente hacia zonas habitadas colindantes.

Impactos Puntuales Acumulativos (PA): Registran 10 interacciones en la matriz. Afectan principalmente a las Características físico-químicas del suelo 4 interacciones en las etapas de nivelación y cimentación, y a la Calidad sanitaria del ambiente 2 interacciones, reflejando la concentración de la huella antropogénica dentro de las microáreas de desplante.

Ausencia de Impactos Extensos (EP / EA): Ambas columnas registran un valor de cero 0.0, lo que dictamina técnicamente que el proyecto "CASA ZANKA" no generará ninguna afectación de alcance regional o de gran extensión sobre los ecosistemas litorales circundantes.

B. Componente Socioeconómico

Impactos Puntuales Primarios PP: Suman 33 interacciones en total. Prácticamente todas las actividades de preparación y construcción generan beneficios e interacciones focalizadas en el

sitio de las obras y su entorno inmediato, dinamizando el empleo y los servicios locales de manera directa.

Impactos Extensos Acumulativos EA: Suman un total de 6 interacciones y aparecen exclusivamente durante la etapa de Operación y mantenimiento. Las variables de Medidas de seguridad e higiene 3 interacciones, Requerimientos de servicios 2 interacciones y Tráfico vehicular 1 interacción se tipifican como extensas acumulativas EA. Esto responde a que la consolidación del proyecto residencial genera una sinergia a largo plazo que trasciende el polígono, interactuando de forma permanente con las redes de servicios municipales y la conectividad vial de Barra de Potosí.

Análisis de los Coeficientes de Importancia Relativa (C.I.R.) y Priorización de Impactos

El cálculo de los Coeficientes de Importancia Relativa (C.I.R.) constituye la fase cuantitativa del modelo matricial de interacciones cruzadas. Este procedimiento permite ponderar de forma simultánea el grado de susceptibilidad de una variable a ser modificada por el entorno (C.I.R.-S.M.I. por filas) y la capacidad o fuerza de dispersión con la que una alteración propaga efectos secundarios hacia los demás componentes del sistema (C.I.R.-J por columnas).

A través de esta doble ponderación matemática, se descartan los criterios de evaluación subjetivos y se establece un orden de prelación objetivo para guiar los programas de mitigación del proyecto.

Jerarquización por Factor Ambiental (Componentes Físicos, Químicos y Ecológicos)

A partir de los resultados integrados en la matriz de interacciones cruzadas, los factores ambientales se jerarquizan en tres niveles prioritarios de atención e intervención operativa:

Factores de prioridad crítica:

La Cobertura vegetal encabeza la jerarquía del sistema físico-biótico con el índice de susceptibilidad por fila más alto 0.186. Esta condición responde de manera directa a la remoción inicial necesaria para el desplante de las obras. Por su parte, la Calidad sanitaria y la Calidad del agua 0.171 respectivamente demuestran una estrecha interdependencia, condicionando la estabilidad del acuífero somero de la interfaz litoral ante cualquier entrada potencial de contaminantes domésticos.

Factores de Prioridad Moderada: La Comunidad de fauna registra un coeficiente de emisión por columna elevado 0.171, lo que matemáticamente demuestra que las perturbaciones en las poblaciones de fauna como la herpetofauna terrestre y marina repercuten de forma multiplicativa en el equilibrio del microecosistema. El suelo y el paisaje se mantienen estables bajo el control del diseño de obra integrado.

Factores de Prioridad Baja: El aire y el ruido se sitúan en la base del modelo con un coeficiente idéntico de 0.057, ratificando que las emisiones atmosféricas y acústicas del proyecto representan impactos meramente locales, de carácter puntual primario PP y de temporalidad estrictamente transitoria TN.

Naturaleza y dualidad de los impactos

El análisis sistémico de las matrices sectoriales (ambiental y socioeconómica) pone de manifiesto la Dualidad Intrínseca del proyecto. La evaluación de impacto ambiental determina que las obras de desarrollo residencial e infraestructura costera no ejercen una presión unidimensional o puramente degradativa sobre el entorno, sino que desencadenan vectores de interacción contrapuestos:

A. Vectores de Naturaleza Negativa Afectación Biótico-Física Localizada

Se concentran de forma casi exclusiva durante las etapas iniciales de Preparación del sitio y Construcción. Su naturaleza es esencialmente extractiva y modificadora sobre el medio natural endémico, manifestándose a través del desmonte de vegetación secundaria y la alteración mecánica de las propiedades del suelo bajo la huella física de las estructuras.

Sin embargo, el modelo matemático demuestra que estos impactos negativos son controlables, al estar asociados a una persistencia temporal negativa TN y a una cobertura espacial estrictamente puntual primaria PP, impidiendo la dispersión o acumulación de daños hacia la Laguna de Potosí.

B. Vectores de Naturaleza Positiva Dinamización Social y Conservación Inducida

Se consolidan con carácter permanente PP durante la etapa de Operación y mantenimiento. En el ámbito socioeconómico, actúan como un motor de bienestar regional en el municipio de Petatlán a través de la creación formal de empleos, encadenamientos productivos con proveedores locales y el fortalecimiento fiscal de la hacienda municipal.

En el ámbito ecológico, la naturaleza positiva se manifiesta bajo el concepto de Conservación Inducida: la consolidación de un desarrollo residencial sustentable y bajo vigilancia privada mitiga las tendencias históricas de deterioro clandestino observadas en el escenario tendencial sin proyecto como la deforestación hormiga, la descarga ilegal de aguas residuales crudas, la introducción de fauna feral y el saqueo de nidos en la franja de playa.

Adicionalmente, medidas específicas como la adopción de un diseño lumínico adaptativo Sea Turtle Friendly actúan como una pantalla física pasiva que favorece activamente el arribo seguro de tortugas marinas, logrando un balance neto donde los beneficios socioeconómicos y la estabilidad biológica a largo plazo compensan y superan las alteraciones físicas temporales del sitio.

Análisis Gráfico de los Coeficientes de Importancia Relativa (C.I.R.)

La distribución e interacción de los coeficientes de susceptibilidad por fila (C.I.R.−S.M.I.) y de dispersión por columna (C.I.R.−J) han sido modeladas gráficamente para evaluar el comportamiento sistémico de las variables ante el desarrollo del proyecto.

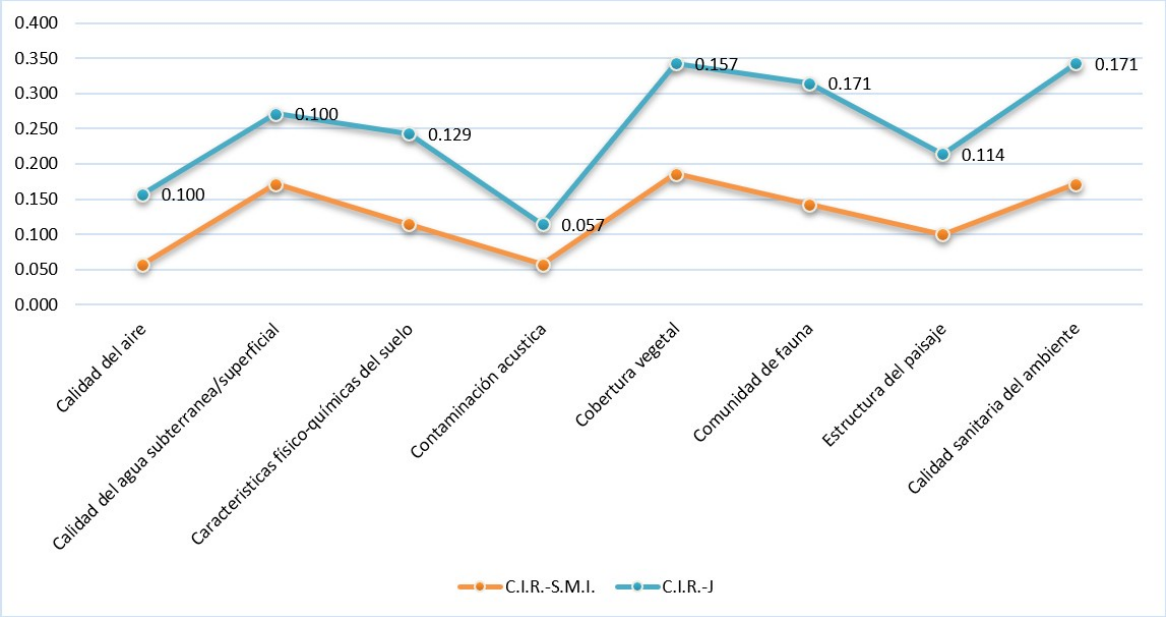


Gráfico 01. Gráfica comparativa de Coeficientes de Impacto Residual (C.I.R.) por factor ambiental.

Jerarquización por factor ambiental y gráfico de dispersión

De acuerdo con el perfil de comportamiento lineal mostrado en la gráfica de componentes ambientales, se observa una clara correspondencia geométrica entre las crestas de máxima vulnerabilidad (C.I.R.−S.M.I.) y los picos de mayor influencia o dispersión (C.I.R.−J):

Picos Críticos de Interacción Ecológica: La gráfica sitúa visualmente el máximo absoluto del sistema en la Cobertura vegetal, la Calidad sanitaria del ambiente y la Comunidad de fauna. El factor Calidad sanitaria del ambiente y la Comunidad de fauna alcanzan el valor más alto en la curva superior de dispersión con un C.I.R.−J de 0.171, seguidos de cerca por la Cobertura vegetal con un C.I.R.−J de 0.157. Esto confirma visualmente que estos tres elementos actúan como los principales nodos reguladores del entorno biótico.

Comportamiento de los Componentes Físicos: La variable Características físico-químicas del suelo registra un C.I.R.−J de 0.129, mientras que la Calidad del agua subterránea/superficial e incluso la Calidad del aire muestran un punto de inflexión estabilizado en 0.100 dentro de la curva azul de dispersión.

Mínimo Absoluto del Sistema: El punto más bajo de ambas curvas en image_2a09fe.png corresponde unánimemente a la Contaminación acústica, la cual cae en la curva de dispersión a un valor de C.I.R.−J=0.057, demostrando gráficamente su aislamiento sistémico y su nulo potencial de propagación transmedia.

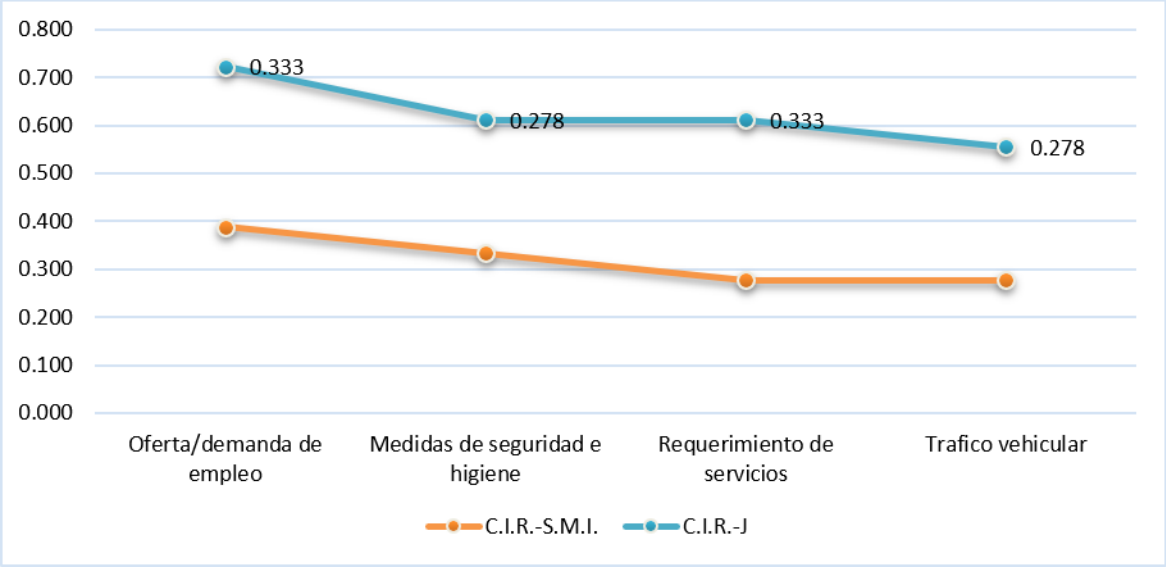


Gráfico 02. comparativa de Coeficientes de Impacto Residual (C.I.R.) por factor socioeconómico.

Jerarquización y perfil del componente socioeconómico

El comportamiento de la dimensión social y de infraestructura, muestra un perfil de pendientes descendentes continuas que prioriza de forma inequívoca las variables socioeconómicas:

El Vector Empleo como Motor del Sistema: En la variable Oferta/demanda de empleo se posiciona en el extremo izquierdo como el eje dominante, registrando el valor más alto en la curva de susceptibilidad (C.I.R.−S.M.I.) y un pico en la curva de dispersión de C.I.R.−J=0.333.

Sinergia de Infraestructura y Servicios: Interesantemente, la curva azul de dispersión (C.I.R.−J) muestra un comportamiento bimodal o de doble pico, igualando el valor de 0.333 tanto para Oferta/demanda de empleo como para el Requerimiento de servicios. Gráficamente, esto comprueba que la demanda de infraestructura habitacional tiene exactamente el mismo peso de dispersión y arrastre sobre el entorno socioeconómico regional que la generación de puestos de trabajo.

Variables de Control Operativo: Las Medidas de seguridad e higiene y el Tráfico vehicular cierran el perfil gráfico estabilizándose en la curva superior con un valor idéntico de C.I.R.−J=0.278, marcando los límites de control vial y operativo que el proyecto mantendrá durante todo su ciclo de vida.

Naturaleza y dualidad de los impactos

El contraste visual entre los perfiles de ambas gráficas fundamenta matemáticamente la Dualidad de Impactos:

Naturaleza Negativa (Mitigable): Representada por las oscilaciones y picos de la gráfica ambiental. Indica que las acciones constructivas impactan sobre factores sensibles (vegetación y fauna), pero al estar limitados a una escala micro-local y puntual, sus curvas se mantienen por debajo de umbrales críticos de degradación masiva.

Naturaleza Positiva (Estructural): Reflejada en los elevados valores absolutos de la gráfica socioeconómica, donde los coeficientes de importancia superan la escala de 0.300. Esto demuestra

gráficamente que la magnitud de los beneficios en empleo y ordenamiento de servicios posee un peso específico significativamente mayor en el sistema que las perturbaciones físicas temporales, validando el balance neto positivo del proyecto bajo un esquema de desarrollo litoral sustentable.

Metodologías de la evaluación y justificación de su empleo

La evaluación integral del sistema ambiental permite observar cómo varían las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores del medio en función del tiempo y la fase operativa. Para ello, se emplea un modelo cuantitativo multivariable que integra factores físicos, ecológicos y socioeconómicos. Este enfoque metodológico está plenamente justificado, ya que permite aislar el comportamiento de los componentes propensos a perturbaciones litorales y ordenarlos de forma diacrónica a través de las tres fases del ciclo del proyecto: Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento.

Análisis integral del sistema ambiental por fase operativa

Etapa de preparación del sitio

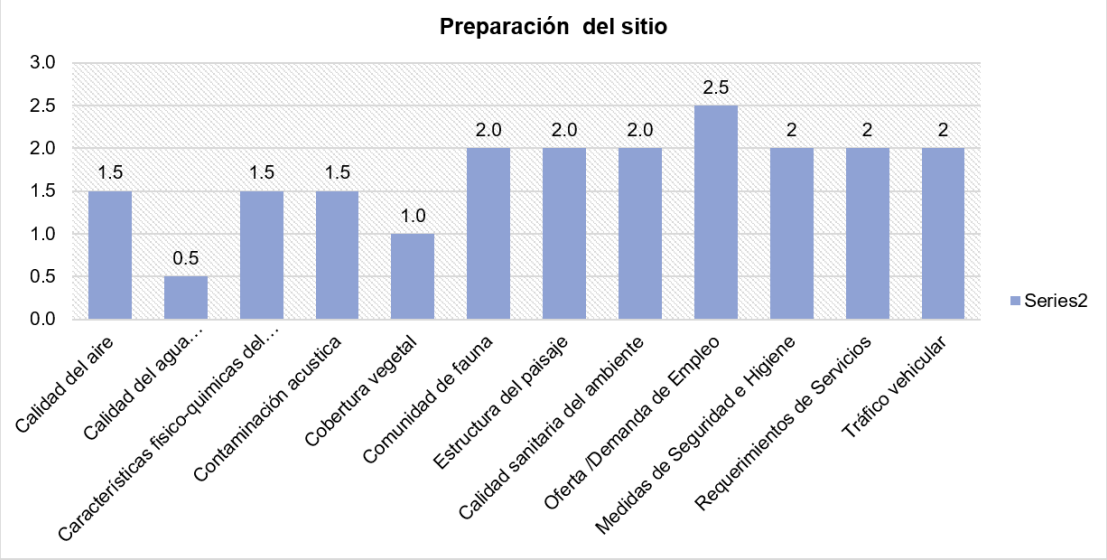


Gráfico 03. de intensidad de impactos ambientales para la etapa de Preparación del sitio.

De acuerdo con los valores de impacto resultantes del análisis integral de los elementos físicos, ecológicos y socioeconómicos, se determina que la fase de preparación del sitio presenta una dinámica de afectación diferenciada:

Afectación Inicial Física y Acústica: Los componentes de Calidad del aire, Características físico-químicas del suelo y Contaminación acústica registran un nivel de impacto inicial moderado y uniforme de 1.5 debido a las primeras tareas mecánicas de nivelación de terreno e introducción de maquinaria.

Baja Presión en Cuerpos de Agua: La variable de Calidad del agua es la menos afectada durante esta fase de apertura, marcando un valor mínimo de 0.5.

Remoción de Cobertura Vegetal: El impacto directo sobre la Cobertura vegetal se cuantifica en un valor inicial de 1.0.

Alteración Ecológica y de Paisaje: Factores como la Comunidad de fauna, la Estructura del paisaje y la Calidad sanitaria del ambiente resienten de forma inmediata las actividades de desmonte, alcanzando un valor de 2.0.

Dinámica Socioeconómica Temprana: El vector de Oferta / Demanda de Empleo arranca con un comportamiento positivo e intensivo de 2.5, mientras que las Medidas de Seguridad e Higiene, los Requerimientos de Servicios y el Tráfico vehicular se estabilizan con un índice inicial de 2.0.

Etapa de construcción

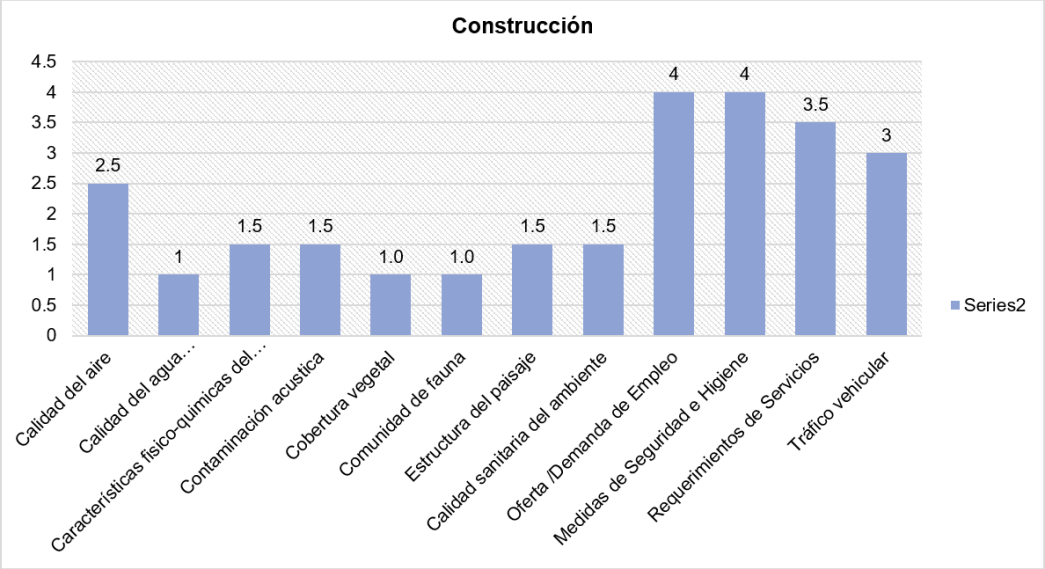


Gráfico 03. de intensidad de impactos ambientales para la etapa de construcción.

Durante la fase de construcción se registran los picos más intensos de interacción en todo el ciclo del proyecto, modificando drásticamente el perfil del sistema ambiental:

Alteraciones al Medio Físico y Biótico: Los impactos negativos se concentran primordialmente en factores atmosféricos y edafológicos. La Calidad del aire alcanza su punto crítico más alto elevándose a un valor de 2.5, impulsada por la suspensión constante de material particulado. En contraparte, las Características físico-químicas del suelo y la Contaminación acústica logran mantenerse estables en un rango de 1.5. La Calidad del agua incrementa su vulnerabilidad subiendo a un índice de 1.0.

Estabilización de Componentes Ecológicos: La Cobertura vegetal y la Comunidad de fauna se estabilizan en una escala de afectación de 1.0, mientras que la Estructura del paisaje y la Calidad sanitaria del ambiente moderan su comportamiento hacia un índice de 1.5.

Pico de Beneficio Socioeconómico: Esta etapa representa la máxima aportación económica del proyecto en la región. La variable de Oferta / Demanda de Empleo y la implementación de Medidas de Seguridad e Higiene escalan de manera simultánea hasta su máximo absoluto de 4.0. Esta intensa actividad civil arrastra consigo un incremento en los Requerimientos de Servicios que se sitúa en 3.5 y una presión sobre el Tráfico vehicular cuantificada en 3.0.

Etapa de operación y mantenimiento

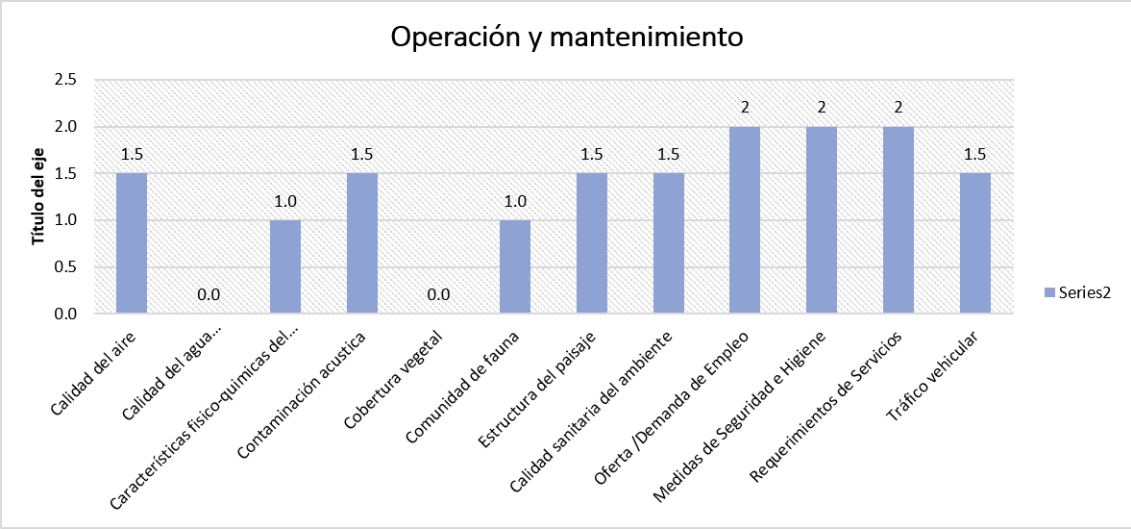


Gráfico 04. de intensidad de impactos ambientales para la etapa de construcción.

La entrada en operación del proyecto representa la transición hacia la estabilidad ecológica a largo plazo mediante la aplicación de ecotecnias y paisajismo adaptativo:

Atenuación de Impactos Biofísicos: Se observa la mitigación y cese absoluto de las afectaciones críticas sobre los factores más vulnerables del entorno costero. La Calidad del agua y la Cobertura vegetal caen a un valor de 0.0, lo que demuestra la total neutralización de riesgos de contaminación hídrica y la consolidación de las áreas verdes restituidas. Asimismo, las Características físico-químicas del suelo disminuyen notablemente a 1.0.

Estabilización de Vectores Locales: Componentes como la Calidad del aire, la Contaminación acústica, la Estructura del paisaje y la Calidad sanitaria del ambiente se estabilizan permanentemente en una franja moderada de 1.5, al igual que las poblaciones de la Comunidad de fauna que se fijan en 1.0.

Permanencia de Impactos Socioeconómicos Positivos: Los beneficios laborales y el ordenamiento de infraestructura se vuelven constantes e institucionales. La Oferta / Demanda de Empleo, las Medidas de Seguridad e Higiene y los Requerimientos de Servicios se mantienen fijos en un nivel de 2.0, mientras que las molestias asociadas al Tráfico vehicular decrecen hasta un rango controlado de 1.5.

Caracterización de los impactos por factor y jerarquización de medidas

síntesis de la condición final del sistema ambiental

El comportamiento diacrónico de los datos permite emitir un dictamen claro sobre el balance del proyecto:

Preparación: Apertura Física ⟶ Construcción: Pico de Empleo 4.0 ⟶ Operación: Atenuación Hídrica/Vegetal 0.0

Potencial de Mitigación: Los gráficos demuestran que las perturbaciones más severas sobre el aire (2.5 en construcción) y el suelo son transitorias. Al llegar a la fase operativa, el sistema recobra su equilibrio, logrando un control absoluto sobre el agua y la vegetación (0.0).

Dictamen de la Etapa Operativa: El sistema ambiental transiciona de un estado de alteración mecánica transitoria a un escenario de estabilidad ambiental y socioeconómica sostenida, donde la permanencia de empleos formales (2.0) coexiste con un entorno biofísico bajo manejo y mitigación total.

V.4 Conclusiones

La evaluación integral y sistémica de los impactos ambientales y socioeconómicos generados por el proyecto "CASA ZANKA" en las distintas etapas de su ciclo de vida (Preparación del sitio, Construcción, y Operación y mantenimiento) permite emitir las siguientes conclusiones técnicas:

1. **Predominio de impactos transitorios y mitigables**

El modelado matricial demuestra que la mayor densidad de interacciones de carácter negativo se concentra de forma casi exclusiva en las fases iniciales de Preparación del sitio y Construcción. De un total de interacciones registradas, 50 corresponden a Impactos Temporales Negativos (TN), focalizados principalmente en los factores de Calidad del aire (9 interacciones) y Contaminación acústica (10 interacciones). Al estar matemáticamente clasificados como impactos de persistencia transitoria y de alcance espacial Puntual Primario (PP) (57 interacciones en total), se concluye que las perturbaciones por ruido, emisiones de combustión y polvo quedarán estrictamente confinadas al polígono del predio y cesarán por completo al concluir las obras civiles.

2. **Control absoluto sobre el vector hídrico y el suelo costero**

A pesar de la alta vulnerabilidad intrínseca de la interfaz litoral y la proximidad con la Laguna de Potosí, los Impactos Permanentes Negativos (PN) se reducen a un mínimo de 9 interacciones en toda la matriz ambiental. Estos se limitan estrictamente a la pérdida irreversible de suelo orgánico bajo la huella física de desplante (5 interacciones).

La aplicación de criterios de urbanismo adaptativo y la instalación de ecotecnias avanzadas (sistema de biodigestión anaerobia de 3,000 l) logran mitigar por completo los riesgos sobre el agua; de este modo, la variable Calidad del agua subterránea/superficial transiciona de un valor de impacto de 1.0 en la fase constructiva a un valor absoluto de 0.0 (Sin Impacto - SI) durante la etapa operativa, garantizando la protección de los acuíferos someros y el cuerpo lagunar.

3. **Validación de la prioridad ambiental mediante coeficientes C.I.R.**

El análisis de los Coeficientes de Importancia Relativa (C.I.R.) identificó numéricamente a la Cobertura vegetal C.I.R.-S.M.I. = 0.186, la Calidad sanitaria del ambiente 0.171 y la Comunidad de fauna C.I.R.-J = 0.171 como los factores críticos y picos del sistema biótico.

Esta jerarquización metodológica valida y justifica plenamente el diseño y la aplicación mandatoria del Programa de Rescate y Trasplante de Flora (enfocado en duna costera) y los protocolos de manejo de herpetofauna costera, asegurando que las variables más susceptibles cuenten con las medidas de mitigación más robustas del proyecto.

4. Viabilidad bajo el principio de dualidad y conservación inducida

La dimensión socioeconómica del proyecto actúa como el principal vector positivo del análisis, registrando un pico de intensidad de 4.0 en la generación de empleo durante la edificación y consolidando 11 interacciones Permanentes Positivas (PP) en su etapa operativa. Gráficamente, el vector empleo y el requerimiento de servicios ejercen una fuerza de arrastre y beneficio regional significativa C.I.R.-J = 0.333 en el municipio de Petatlán.

Al balancear el sistema bajo el concepto de Dualidad de Impactos, se concluye que el balance neto ambiental es altamente favorable. La transición operativa demuestra que, mientras los impactos biofísicos negativos se atenúan o neutralizan por completo (vuelven a valores de 0.0 a 1.0), los impactos positivos socioeconómicos y de Conservación Inducida permanecen activos a largo plazo.

La presencia ordenada de la infraestructura sustentable y la implementación de tecnologías pasivas (como el alumbrado Sea Turtle Friendly) funcionarán como un esquema de protección activa que frenará los procesos históricos de deterioro clandestino en la zona (deforestación hormiga, tránsito de vehículos en dunas y saqueo de fauna), logrando que el proyecto "CASA ZANKA" sea técnicamente factible, ambientalmente sustentable y totalmente viable para su autorización.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El objetivo de este capítulo es estructurar los programas de acción técnico-ambiental orientados a prevenir, mitigar y corregir las alteraciones identificadas en las matrices de interacción. Las medidas

se agrupan por componente ambiental y se diseñan bajo los criterios rectores de la Urbanización Adaptativa, asegurando la viabilidad ecológica a largo plazo del predio y su entorno litoral.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Componente Atmosférico (Calidad del Aire y Ruido)

A pesar de que el modelado matricial clasificó estas alteraciones como temporales negativas (TN) y puntuales primarias (PP), la fase de construcción registra un pico de 2.5 en la calidad del aire debido a las obras civiles. Para su control, se establecen las siguientes medidas:

- Control de Emisiones Fugitivas Material Particulado: Se implementará un programa de humectación programada riego con agua no potable dos veces al día en las microáreas de excavación y vialidades internas permeables durante la etapa de construcción, evitando la dispersión de polvo hacia los predios colindantes.
- Mantenimiento Mecánico Obligatorio: Todos los vehículos de carga y maquinaria ligera empleados en la obra deberán contar con sus bitácoras de mantenimiento preventivo vigentes (afinado de motores y control de filtros de escape). Esto garantiza que el balance de emisiones se conserve dentro de los 0.58 tCO_2eaño calculados.
- Atenuación de Contaminación Acústica: Las actividades que involucren el uso de maquinaria pesada o herramientas eléctricas generadoras de ruido quedarán restringidas estrictamente a un horario diurno 08:00 a 17:00 horas, de lunes a viernes. Se prohíbe el uso de sirenas o alarmas sonoras innecesarias para no interferir con los patrones de forrajeo de la fauna circundante.

Componente Edafológico (Geomorfología y Suelo)

El suelo arenoso del predio presenta un impacto permanente negativo (PN) de solo 5 interacciones debido a la pérdida directa bajo la huella de desplante arquitectónico. Para mitigar la erosión y la pérdida de sustrato, se implementarán las siguientes acciones:

- Confinamiento quirúrgico de frentes de obra: Previo al inicio de las excavaciones, se delimitará físicamente el perímetro de desplante de cada módulo habitacional mediante el uso de mallas de polipropileno barreras antiturbidez/antierosión. Ninguna actividad civil, almacenamiento de materiales o tránsito de personal podrá rebasar los límites balizados.
- Salvaguarda y almacenamiento de suelo orgánico: La capa superficial de suelo arenoso con contenido orgánico removida durante las excavaciones de cimentación será recuperada y resguardada en bancos de almacenamiento temporales con alturas no mayores a 1.50 m, cubiertos con lonas impermeables. Este material será reutilizado en su totalidad para el enriquecimiento del sustrato en las labores de paisajismo nativo.
- Prohibición de pavimentos rígidos: Se descarta el uso de asfalto o planchas continuas de concreto para las vialidades internas y andadores. En su lugar, se emplearán materiales de alta porosidad (grava local, ecocreto o decks de madera elevados sobre pilotes), manteniendo la alta tasa de infiltración natural de las arenas cuaternarias.

Componente Hidrológico (Calidad del Agua Subterránea y Superficial)

La interfaz litoral exige un riesgo cero de contaminación por lixiviados domésticos, logrando transicionar este factor a un valor absoluto de 0.0 Sin Impacto durante la fase operativa.

- Estrategia de Biodigesta-Tratamiento Descentralizado: El 100% de las aguas residuales domésticas (negras y grises) generadas por la operación residencial serán conducidas herméticamente hacia un Biodigestor Autolimpiable Rotoplas con capacidad de 3,000 litros. Este reactor anaerobio de flujo ascendente digerirá biológicamente la carga orgánica sin requerir energía electromecánica.
- Disposición Final por Infiltración Subsuperficial: El efluente clarificado proveniente del biodigestor será dirigido a un campo de zanjas de absorción provistas de grava filtrante y cubiertas de vegetación ornamental nativa de altos requerimientos hídricos. Este diseño impide cualquier afloramiento superficial o descarga directa hacia la Laguna de Potosí, garantizando que el agua infiltrada al freático somero cumpla con las normas de calidad sanitaria.

Componente Biótico: Flora (Cobertura Vegetal)

Al ser la variable más susceptible por filas con un C.I.R.-S.M.I.= 0.186, se estructura una respuesta prioritaria:

- Programa Especial de Rescate y Trasplante: Previo a las obras de desmonte, se ejecutará el rescate del estrato de regeneración natural y de individuos juveniles leñosos, concentrándose de manera estricta en los ejemplares de guayacán (*Guaiacum coulteri*), especie Amenazada (A) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los ejemplares serán alojados temporalmente en un vivero rústico in situ para su posterior reintroducción.
- Exclusión del Frente Dunar: Los 85 individuos registrados del estrato herbáceo y rastrero de la duna (*Distichlis spicata y Waltheria indica*) quedan bajo un régimen de exclusión absoluta de obra. Se prohíbe el almacenamiento de materiales, el tránsito de personal o la colocación de palizadas rígidas en el límite sur con la ZOFEMAT, manteniendo intacta la fijación biológica de la playa.

Componente Biótico: Fauna (Comunidades Terrestres y Marinas)

La fauna posee un coeficiente de emisión por columna elevado de 0.171, denotando que su cuidado protege la estabilidad biológica del sitio.

- Protocolo de Desmonte Paulatino y Direccional: El desmonte de las microáreas se ejecutará de manera manual y paulatina, avanzando de norte a sur desde la vía terrestre hacia los linderos libres. Esta técnica generará un gradiente de perturbación controlado que propiciará de forma segura el ahuyentamiento oportuno y el desplazamiento natural de los ejemplares hacia las áreas colindantes de conservación y la laguna.
- Manejo Específico de Herpetofauna Terrestre: Previo al desmonte, se realizarán barridos a pie para la captura científica de ejemplares de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), especie Amenazada (A). Los individuos colectados serán valorados clínicamente y liberados de manera inmediata en parches seguros de duna costera dentro de la misma propiedad que no vayan a ser intervenidos.
- Escudo de Urbanismo Lumínico (Sea Turtle Friendly): Para blindar el hábitat de anidación de las tortugas golfina (*Lepidochelys olivacea*) y laúd (*Dermochelys coriacea*), especies en Peligro de Extinción (P), toda la iluminación exterior del proyecto residencial empleará luminarias con longitudes de onda superiores a los 560 nm espectro ámbar/rojo, instaladas a baja altura y dotadas de deflectores dirigidos hacia el suelo. Esto elimina la contaminación

lumínica hacia el horizonte marítimo, manteniendo el perfil de playa oscuro necesario para el desove y emergencia de crías.

Componente Estético y Paisajístico (Estructura del Paisaje)

Criterio de Integración Arquitectónica Adaptativa: Las alturas de las edificaciones se limitarán para quedar integradas al dosel forestal del cuadro vegetativo original. Se utilizarán paletas cromáticas neutras y acabados con materiales regionales madera, piedra local, palapa para minimizar el contraste visual.

- Restauración mediante Paisajismo Nativo: Queda estrictamente prohibida la introducción de flora exótica invasora como el césped convencional o palmeras alóctonas. Las áreas verdes periféricas y los cercos divisorios permeables serán restituidos utilizando exclusivamente especies nativas obtenidas del rescate o de viveros de la región como *Bromelia karatas y Randia aculeata*, enriqueciendo la biodiversidad local del ecotono costero de Petatlán.

VI.2. Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental para el proyecto "CASA ZANKA" se constituye formalmente como un instrumento de planeación estratégica, control operativo y cumplimiento jurídico de carácter vinculante. El objetivo central del PVA es garantizar la ejecución sistemática, oportuna y eficiente de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental dictaminadas a lo largo del presente estudio de impacto ambiental.

A través de un esquema de supervisión técnico-normativo y de auditoría ambiental interna, este programa permitirá evaluar de manera cuantitativa y cualitativa la eficacia real de las condicionantes de diseño arquitectónico y de infraestructura del predio. Entre los componentes críticos sujetos a monitoreo continuo se encuentran: el desplante elevado de las estructuras para mantener la permeabilidad del suelo, la conservación y restauración del cordón de dunas litorales como barrera de protección ecosistémica, y el correcto funcionamiento operativo del sistema de tratamiento de aguas residuales sanitarias a través del Biodigestor Plus+ de Rotoplas. Con este mecanismo de control, se asegura que el desarrollo turístico rústico proyectado en el municipio de Petatlán, Guerrero, opere estrictamente dentro de los umbrales de resiliencia ecosistémica, capacidad de carga y sustentabilidad que exige la normativa federal vigente.

Objetivos específicos

Para asegurar la operatividad del programa, se establecen los siguientes objetivos específicos estructurados según los requerimientos de evaluación de la SEMARNAT y supervisión de la PROFEPA:

- **Cumplimiento normativo:** Supervisar de manera permanente, rigurosa y auditable el cumplimiento irrestricto de las condicionantes dictadas en el Resolutivo en materia de Impacto Ambiental que emita la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA).
- **Trazabilidad operativa y documental:** Implementar, actualizar y resguardar un sistema de control documental integrado por bitácoras ambientales de obra, registros fotográficos georreferenciados y reportes técnicos periódicos que evidencien el desempeño ambiental del predio durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.
- **Monitoreo del capital biótico y litoral:** Validar la eficacia de las barreras de protección física para asegurar la integridad de los remanentes de Vegetación Secundaria Arbustiva de

Duna costera, la exclusión de flora exótica, el resguardo de la fauna silvestre y la estricta inviolabilidad de la morfología del cordón de dunas y la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante.

- **Verificación de la calidad del agua:** Establecer un protocolo de monitoreo sistemático y periódico de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del efluente generado por el sistema de tratamiento, tomando como línea base operativa las especificaciones de diseño del Biodigestor Plus+ de Rotoplas. Las evaluaciones de laboratorio deberán realizarse en estricto apego a los límites máximos permisibles y metodologías estipuladas en la NOM-001-SEMARNAT-2021, con el objetivo de mitigar y prevenir cualquier infiltración incidental de contaminantes o descargas fuera de norma. Este control analítico continuo garantizará la salvaguarda de la integridad hidrogeológica del acuífero libre somero perteneciente a la unidad Litoral, previniendo alteraciones antropogénicas en la calidad del agua y protegiendo de manera sinérgica el balance hidrológico y la estabilidad ecológica del sistema estuarino adyacente de la Laguna de Barra de Potosí.

Estructura operativa del programa

Para que las metas del Programa de Vigilancia Ambiental sean alcanzables, el promovente se compromete a la designación formal de un Responsable Ambiental, quien contará con la facultad técnica y jurídica de suspender frentes de trabajo si se detecta un desvío respecto a los criterios ambientales aprobados.

El programa se dividirá operativamente en tres fases críticas de control:

I. Fase de preparación del sitio y construcción

Criterio de control: Delimitación física perimetral mediante malla ciclónica o barreras de estacado rústico de la duna costera frontal y los límites de la ZOFEMAT para evitar el ingreso accidental de maquinaria pesada o almacenamiento de materiales de construcción.

Manejo de residuos: Supervisión del correcto almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME - despalme y cascajo), asegurando su disposición final a través de prestadores de servicios autorizados por el municipio de Petatlán.

Control de emisiones y suelo: Verificación del mantenimiento mecánico preventivo de los vehículos de transporte para mitigar la emisión de gases de combustión y prevenir derrames de hidrocarburos sobre el suelo Solonchak Gléyico.

II. Fase de operación y mantenimiento

Gobernanza Hídrica: Con la finalidad de consolidar un esquema de gobernanza hídrica sustentable dentro del proyecto CASA ZANKA, se implementará un programa periódico de muestreo y análisis de laboratorio para el agua residual tratada proveniente del sistema de depuración primaria avanzada. Dichas evaluaciones analíticas deberán ser ejecutadas obligatoriamente por un laboratorio de ensayo debidamente acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobado por las autoridades competentes. El protocolo de monitoreo tomará como referencia las capacidades de remoción del Biodigestor Plus+ de Rotoplas, validando de manera cuantitativa que los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del efluente se ubiquen estrictamente por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Este riguroso control de calidad será la condición de carácter vinculante e indispensable previa a la

canalización del efluente para su aprovechamiento exclusivo en el riego de las áreas verdes internas del predio, asegurando la no afectación de los cuerpos de agua subterráneos colindantes.

Paisajismo y Flora: Inspección trimestral de las áreas reforestadas para garantizar la sobrevivencia de las especies nativas halófilas y de duna costera introducidas, procediendo a la erradicación inmediata en caso de detectarse brotes de flora exótica invasora.

Mantenimiento de Infraestructura Adaptativa: Inspección de la integridad de los pilotes y cimentaciones profundas para asegurar que no interfieran con el libre flujo pluvial difuso estacional de la llanura de inundación.

Actividad o medida	Aplicación
− Contratación de los servicios de un responsable técnico ambiental, quien entre otras acciones se: − Responsabilizará en dar cumplimiento a las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones establecidas en el presente manifiesto, así como a las condicionantes emitidas en el resolutivo. − Supervisará la obra para el cumplimiento efectivo de las medidas propuestas. − Tomará decisiones sobre aspectos ambientales inherentes al desarrollo del proyecto que pudieran presentarse y que escaparon en el presente análisis. − Elaborará y entregará informes a la autoridad competente. − Acompañará y aclarará sobre aspectos ambientales del proyecto a las supervisiones que realice la autoridad competente. − Llevará a cabo las pláticas de sensibilización ambiental, tanto al Promovente, a los inversionistas y personal que labore en cada una de las etapas del proyecto.	**Al momento de obtener el resolutivo de autorización en materia de Impacto ambiental el Promovente deberá notificar ante la SEMARNAT.**
− Revisión de la documentación referente a cumplimiento ambiental que deberá observar que todos los parámetros se encuentren dentro de los límites permisibles de la Normativa aplicable. − Se establecerán fechas y aspectos a supervisar y éste se irá actualizando conforme a la legislación ambiental vigente, así como por la puesta en operación del proyecto.	**Anual y/o previo al inicio de obra**
− Se llevará a cabo el llenado de una bitácora donde se controle la supervisión de cada una de las actividades ambientales y registro de las fechas de revisión.	**En cada revisión acorde al calendario propuesto**
− Rondas para la vigilancia de la protección de la flora y fauna en el predio, desde la etapa de preparación del sitio hasta la operación del proyecto, cualquier anomalía deberá ser notificada y se aplicarán las medidas o sanciones necesarias para controlar cualquier inobservancia respecto a lo planteado para la operatividad y sustentabilidad ambiental del proyecto.	**Acorde al calendario del desarrollo, de las zonas críticas y de obras en proyecto**
− Se desarrollará un cronograma de actividades de supervisión y monitoreo en el cual se registrará la fecha de su ejecución, así como una firma que avale su realización, dichas actividades se llevarán a cabo paralelamente a las inherentes a la realización del proyecto.	**Al inicio de obras de urbanización, intensificándose al iniciar construcción**

Como mecanismo de transparencia institucional, el responsable ambiental integrará los resultados del Programa de Vigilancia Ambiental en Informes de Cumplimiento de Condicionantes, los cuales serán remitidos con la periodicidad que dicte el resolutivo (habitualmente de manera semestral durante la construcción y anual durante la operación) ante las delegaciones competentes de la SEMARNAT y la PROFEPA en el estado de Guerrero. Estos informes constituirán la prueba legal de la operación sustentable de "CASA ZANKA" ante cualquier auditoría ambiental.

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

Para garantizar la correcta ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental, se implementará un protocolo sistemático de seguimiento y control operativo durante todas las etapas de desarrollo del proyecto "CASA ZANKA". Este mecanismo permitirá evaluar en tiempo real el cumplimiento y la efectividad de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental detalladas en esta manifestación, así como de aquellas condicionantes que la Secretaría emita en el Resolutivo en materia de Impacto Ambiental correspondiente.

Todas las observaciones de campo, incidencias, mediciones y acciones correctivas aplicadas por el equipo de especialistas se asentarán formalmente en la Bitácora Ambiental de Obra, la cual permanecerá en el sitio para consulta oficial y fundamentada de la PROFEPA.

Asimismo, los datos recopilados serán integrados por el responsable Ambiental en los Informes de Cumplimiento de Condicionantes, acompañados de un reporte fotográfico georreferenciado, los cuales serán remitidos formalmente ante las autoridades competentes en los plazos legales estipulados en el resolutivo ambiental, garantizando la transparencia institucional y la trazabilidad de la sustentabilidad del proyecto.

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

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El análisis del escenario de "Sin Proyecto" permite evaluar la evolución tendencial del sitio en ausencia de la intervención propuesta. Bajo esta premisa, de no ejecutarse el proyecto "CASA ZANKA", se pronostican las siguientes condiciones de deterioro ambiental y social a corto, mediano y largo plazo:

Pérdida gradual de la masa forestal por presión antrópica clandestina: Al encontrarse el predio desocupado y colindante con una vía de comunicación terrestre activa al norte, quedaría expuesto a procesos de deforestación hormiga, extracción ilegal de madera para combustibles y cambio de uso de suelo informal. Esto alteraría drásticamente la estructura de pirámide invertida de la vegetación de duna costera, la cual actualmente exhibe un excelente dinamismo con sus 96 individuos en etapa de regeneración natural de las familias Ebenaceae y Burseraceae.

Vulnerabilidad y extracción ilícita de especies protegidas: La falta de vigilancia, resguardo y georreferenciación en el predio facilitaría el saqueo clandestino de ejemplares de flora de lento crecimiento y alto valor comercial o ecológico, afectando directamente las poblaciones del guayacán (*Guaiacum coulteri*), taxón catalogado como Amenazada (A) y Endémica bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, fauna terrestre sensible como la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) quedaría desprotegida ante actividades de caza furtiva o destrucción de madrigueras.

Degradación y erosión de la duna por tránsito no regulado: Sin una delimitación física ni una delimitación de restricciones ambientales en el frente costero colindante a la ZOFEMAT, se propiciaría el libre tránsito de vehículos de playa cuatrimotos y pisoteo desmedido sobre la franja dinámica. Esto fragmentaría los 85 individuos registrados del estrato herbáceo (Distichlis spicata y Waltheria indica), desarticulando su función crítica de fijación mecánica del sustrato y acelerando la erosión eólica e hídrica de la duna costera viva.

Incremento de contaminación lumínica sobre la Playa: La ausencia de una barrera de amortiguamiento gestionada y con diseño lumínico Sea Turtle Friendly en el polígono permitiría que las emisiones de luz blanca difusa de las vialidades circundantes impactaran directamente la playa de Barra de Potosí. Esto agravaría las presiones regionales de desorientación lumínica que amenazan el arribo estacional y desove exitoso de las tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea y Dermochelys coriacea*), clasificadas en Peligro de Extinción (P).

Estancamiento del desarrollo socioeconómico local: Desde la perspectiva social, la no ejecución del proyecto privaría a la comunidad de Barra de Potosí de una inversión económica regulada bajo criterios de bajo impacto ambiental. Se anularía la generación de empleos directos e indirectos asociados a las etapas de preparación, edificación y operación sustentable, fomentando de manera indirecta el crecimiento urbano desordenado o de alta densidad en la periferia de la laguna.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

Este escenario evalúa la transformación y el comportamiento de las variables ambientales del predio de 10,074.00 m² derivado de la ejecución de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación residencial de "CASA ZANKA", asumiendo un enfoque de desarrollo convencional; es decir, evaluando las afectaciones directas en caso de no aplicar los criterios de Urbanización Adaptativa ni las medidas de mitigación obligatorias:

- Pérdida inmediata de recursos fitogenéticos de alto valor: La remoción de la cubierta vegetal y el desmonte para la apertura de vialidades internas e infraestructura provocarían la pérdida irreversible de ejemplares leñosos. Sin una estrategia dirigida, este impacto afectaría directamente a las poblaciones del estrato de regeneración natural y a ejemplares de lento crecimiento de interés especial, destacando el guayacán (Guaiacum coulteri), taxón registrado en el sitio que se encuentra clasificado como Amenazada (A) y Endémica por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Alteración estructural del ecosistema y desmonte de estratos clave: El avance de la obra civil sin un diseño de desplante quirúrgico implicaría la afectación de los estratos arbustivos y herbáceos. La remoción accidental en la franja sur colindante con la ZOFEMAT eliminaría los individuos de la comunidad rastrera y halófita (Distichlis spicata y Waltheria indica), cuya desaparición desarticularía la fijación biológica de las dunas costeras, desencadenando procesos inmediatos de erosión eólica e inestabilidad del sustrato arenoso.

- Desplazamiento abrupto y mortalidad incidental de fauna silvestre: Las emisiones de ruido, vibraciones y la presencia física de cuadrillas de trabajo y maquinaria pesada provocarían el ahuyentamiento desordenado de la fauna generalista hacia predios vecinos. Sin embargo, para las especies con movilidad limitada o hábitos fosoriales, como la iguana negra (Ctenosaura pectinata) —especie Amenazada (A) según la NOM-059-SEMARNAT-2010—, la ausencia de un rescate previo provocaría la pérdida de madrigueras y altas tasas de mortalidad incidental bajo el frente de desmonte.
- Romplimiento de la conectividad hídrica por impermeabilización: La construcción de superficies de rodamiento o andadores mediante materiales convencionales e impermeables alteraría el patrón local de infiltración. Al obstruirse la alta permeabilidad natural del sustrato arenoso cuaternario, se reduciría la recarga local del acuífero somero y se inducirían escorrentías superficiales anómalas, interfiriendo negativamente en la conectividad hídrica y los flujos subsuperficiales hacia el humedal costero y la interfaz litoral de Barra de Potosí.
- Interrupción crítica del hábitat de anidación de tortugas marinas: Durante la fase operativa, una urbanización carente de criterios de diseño lumínico proyectaría emisiones de luz blanca directa o difusa hacia la zona de playa. Este fenómeno de contaminación lumínica alteraría drásticamente las condiciones de oscuridad del frente litoral, inhibiendo el arribo de hembras adultas y provocando la desorientación fatal de las crías emergentes de tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) y tortuga laúd (Dermochelys coriacea), especies en Peligro de Extinción (P).

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Este escenario evalúa la evolución del sistema ambiental del predio considerando la ejecución de "CASA ZANKA" bajo la aplicación rigurosa, obligatoria y transversal de los criterios de Urbanización Adaptativa y las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental detalladas en esta Manifestación de Impacto Ambiental. Este modelo representa la alternativa óptima, ya que anula los efectos adversos de una construcción convencional VII.2 y revierte de forma controlada las tendencias de degradación del escenario sin proyecto VII.1:

- **Preservación de la integridad florística y éxito en el rescate de especies:** La restricción estricta del desmonte a las microáreas de desplante arquitectónico garantiza la permanencia in situ de la mayor parte de la cobertura vegetal. Mediante la georreferenciación y balizamiento previo, se asegura el blindaje de ejemplares arbóreos maduros. De manera paralela, la puesta en marcha del **Programa de Rescate y reubicación de especies** garantiza la supervivencia de los individuos juveniles del estrato de regeneración y de los ejemplares de lento crecimiento de interés especial como el guayacán (*Guaiacum coulteri*), especie Amenazada (A) según la NOM-059-SEMARNAT-2010, reubicándolos exitosamente en las franjas de preservación del mismo predio.
- **Conservación de la estabilidad litoral y del frente de dunas:** El descarte absoluto de obras civiles rígidas o palizadas en la franja sur colindante con la ZOFEMAT salvaguarda el hábitat costero. Al excluir de la huella de construcción los 85 individuos registrados del estrato herbáceo (*Distichlis spicata* y *Waltheria indica*), se mantiene intacta la barrera de fijación biológica del sustrato arenoso, anulando los riesgos de erosión eólica e hídrica inducida y conservando la morfología natural de la playa.

- **Continuidad biológica y viabilidad de la fauna silvestre terrestre:** Los impactos por perturbación acústica y ahuyentamiento de la fauna durante la fase preparativa se mitigan mediante frentes de trabajo manuales y unidireccionales. Para la herpetofauna sensible y de baja movilidad, como la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) —especie Amenazada (A) por la NOM-059-SEMARNAT-2010—, se asegura su integridad física mediante el protocolo de captura y liberación inmediata in situ en parches seguros de duna costera dentro de la misma propiedad. La implementación de cercos vivos permeables con especies nativas como *Bromelia karatas y Randia aculeata* restituye a largo plazo los corredores de forrajeo y tránsito de la mastofauna y herpetofauna local.
- **Mantenimiento sostenible de la conectividad hídrica:** Al sustituir las planchas continuas de concreto por sistemas de cimentación puntual o estructuras elevadas sobre pilotes en las zonas dinámicas, en conjunto con el uso de andadores de alta permeabilidad, el proyecto respeta el sustrato físico cuaternario del sitio. Esto permite que los procesos pasivos de infiltración pluvial continúen operando de manera ordinaria, manteniendo la recarga natural del acuífero somero y preservando los flujos subsuperficiales hacia el humedal y el sistema lagunar de Barra de Potosí.
- **Escudo de protección lumínica para la herpetofauna marina (sea turtle friendly):** Durante la etapa operativa residencial, la adopción obligatoria de un diseño de urbanismo lumínico adaptativo utilizando luminarias de longitud de onda superior a los 560 nm espectro ámbar/rojo y deflectores dirigidos al suelo anula la contaminación lumínica hacia el horizonte marino. El desarrollo funciona como un filtro o pantalla física pasiva que asegura un perfil de playa oscuro y silencioso, favoreciendo activamente el arribo, desove y la emergencia segura de las crías de tortuga golfina *Lepidochelys olivácea* y tortuga laúd *Dermochelys coriacea*, ambas en Peligro de Extinción (P).
- **Sustentabilidad atmosférica y beneficio socioeconómico regulado:** Las emisiones de fuentes móviles se mantendrán controladas bajo estrictos programas de mantenimiento mecánico, asegurando que el balance de carbono se sitúe dentro de los 0.58 tCO_2e/años calculados a través de la herramienta RENE de la SEMARNAT. Socialmente, el proyecto se consolida como un polo de inversión ordenada que genera empleos directos e indirectos bajo un modelo de gestión ambiental privada, promoviendo la valorización del capital natural de la región.

VII.4. Pronóstico ambiental

Con base en la naturaleza del proyecto "CASA ZANKA" y las características biofísicas de la zona costera de Guerrero, se proyecta que la implementación integral, obligatoria y permanente de las medidas de prevención y mitigación propuestas favorecerán los mecanismos de autorregulación del ecosistema, derivando en los siguientes escenarios prospectivos desglosados por componentes:

Dimensión socioeconómica y bienestar regional

El proyecto se consolida como un detonador del desarrollo local y el ordenamiento territorial en el municipio de Petatlán, Guerrero. Se pronostica un impacto positivo y permanente a mediano y largo plazo mediante los siguientes mecanismos de beneficio regional:

- **Dinamización laboral:** Creación de empleos directos e indirectos durante las fases de preparación del sitio, edificación y la posterior operación de los servicios turísticos-

habitacionales. Se priorizará la contratación de mano de obra local, transfiriendo capacidades técnicas en materia de construcción sustentable y ecotecnias.

- **Fortalecimiento Municipal:** Incremento en la recaudación fiscal del ayuntamiento por conceptos de licencias de construcción, derechos de aprovechamiento e impuestos inmobiliarios (predial). Este flujo de recursos permitirá la reinversión pública en infraestructura y servicios básicos para las comunidades de la zona de influencia.
- **Encadenamiento productivo:** Aumento significativo en la demanda de insumos, materiales y servicios regionales, fomentando el desarrollo de una economía formal, diversificada y sustentable que reduzca la dependencia de actividades extractivas no reguladas en el litoral.

Aspectos biológicos y resiliencia ecosistémica

El pronóstico para el componente biótico es de estabilidad y conservación inducida a largo plazo, mitigando los riesgos de fragmentación del hábitat mediante las siguientes directrices:

- **Mantenimiento de la cobertura vegetal y diversidad:** Al restringir el desmonte a las microáreas de desplante arquitectónico, se conserva la estructura de la duna y el matorral costero. El éxito del Programa Especial de Rescate y Trasplante asegura la viabilidad de los ejemplares de guayacán (*Guaiacum coulteri)* —especie Amenazada (A) según la NOM-059-SEMARNAT-2010— y cactáceas columnares, reubicándolos en zonas de preservación interna.
- **Blindaje de la herpetofauna terrestre y marina:** La población de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) mantendrá su viabilidad genética mediante protocolos de captura y liberación in situ. Asimismo, el uso obligatorio de urbanismo lumínico Sea Turtle Friendly (espectro ámbar superior a 560 nm) garantiza que la playa colindante permanezca libre de contaminación lumínica, resguardando el ciclo reproductivo de las tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea y Dermochelys coriacea)* en Peligro de Extinción (P).
- **Estabilidad del frente dunar:** La exclusión total de obras en la duna baja protege a los 85 individuos herbáceos (Distichlis spicata y Waltheria indica), asegurando la retención mecánica de las arenas cuaternarias y previniendo la erosión eólica.

Gestión hídrica y estrategia de biodigestor autolimpiable

Considerando la alta conductividad hidráulica del sustrato arenoso y la vulnerabilidad del acuífero somero vinculado a la Laguna de Potosí, el proyecto descarta por completo el uso de fosas sépticas convencionales que pudieran infiltrar lixiviados crudos. El pronóstico hídrico se establece como favorable y libre de contaminación mediante la siguiente estrategia de ingeniería sanitaria:

- **Instalación del sistema de tratamiento:** Para el manejo de las aguas residuales domésticas (negras y grises), se implementará un sistema descentralizado basado en un Biodigestor Autolimpiable Rotoplas con capacidad de 3,000 litros. Este dispositivo operará como un reactor anaerobio de flujo ascendente de alta eficiencia.
- **Mecanismo de depuración biológica:** El efluente ingresará al sistema donde la carga orgánica será digerida bacterianamente en un medio anaeróbico, reteniendo y estabilizando los lodos en el fondo mediante un sistema de purga directa (válvula de extracción de lodos), lo que evita la necesidad de equipo electromecánico o camiones de desazolve frecuentes.

- **Protección de la conectividad hídrica:** El agua pretratada proveniente del biodigestor será dirigida hacia un campo de infiltración subsuperficial complementario zanjas de absorción con grava filtrante, cumpliendo rigurosamente con los límites permisibles de descarga. Esto garantiza que el agua infiltrada al subsuelo se encuentre libre de patógenos y exceso de nutrientes, protegiendo la calidad del manto freático somero y manteniendo intacta la conectividad hídrica hacia el humedal costero de Barra de Potosí.

VII.5. Evaluación de alternativas

No se consideró alguna alternativa para el sitio del proyecto.

VII.6 Conclusiones

El análisis comparativo de los pronósticos ambientales bajo un enfoque diacrónico y sistémico permite emitir los siguientes dictámenes concluyentes sobre el comportamiento futuro del sistema ambiental:

1. Inviabilidad Ambiental del Escenario Tendencial (Sin Proyecto)

El escenario de no ejecución (Sección VII.1) representa el mayor riesgo ecológico para el predio a mediano y largo plazo. La ausencia de propiedad ordenada y vigilancia formal propiciaría la pérdida de la estructura forestal de la duna costera, interrumpiendo el dinamismo de los 96 individuos leñosos en etapa de regeneración natural de las familias Ebenaceae y Burseraceae. Asimismo, perpetuaría la fragmentación mecánica de la duna viva y sus 85 individuos del estrato herbáceo (*Distichlis spicata y Waltheria indica*) por el libre tránsito de vehículos recreativos, acelerando la erosión costera e incrementando la vulnerabilidad de las tortugas marinas ante la contaminación lumínica regional difusa.

2. Rechazo Técnico del Criterio de Desarrollo Convencional (Con Proyecto Sin Mitigación)

La ejecución del proyecto bajo un esquema de construcción tradicional (Sección VII.2) provocaría impactos severos, irreversibles y de alta magnitud en la interfaz costera. El desmonte sin criterios quirúrgicos generaría la pérdida irreversible de ejemplares de guayacán *(Guaiacum coulteri)*, especie Amenazada (A) bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, la impermeabilización del suelo con materiales convencionales rompería la conectividad hídrica hacia la Laguna de Potosí, y la ausencia de un diseño de urbanismo lumínico provocaría la desorientación fatal de las crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga laúd (*Dermochelys coriacea)*. Por tanto, esta alternativa queda estrictamente rechazada por este estudio ambiental.

3. Viabilidad Absoluta del Escenario Integrado (Con Proyecto y Medidas de Mitigación)

La aplicación transversal e institucional de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental consolida al escenario VII.3 como la Alternativa Óptima de Desarrollo. Este modelo no solo anula los efectos adversos de la construcción convencional, sino que revierte de forma controlada las tendencias de degradación del escenario sin proyecto:

- **Componente Biótico:** El éxito del Programa Especial de Rescate y Trasplante blinda a las poblaciones de Guaiacum coulteri y de la iguana negra (Ctenosaura pectinata) mediante protocolos de manejo científico e introducción de cercos vivos permeables (Bromelia karatas y Randia aculeata), garantizando la continuidad de los corredores biológicos.

- **Componente Físico-Hídrico:** La exclusión total de obras en el frente de playa protege la morfología de la duna costera. El despliegue del sistema de biodigestión anaerobia de 3,000 litros asegura que las descargas de agua infiltrada al subsuelo se encuentren libres de exceso de nutrientes y patógenos, salvaguardando la calidad del acuífero somero vinculado al humedal.
- **Componente Socioeconómico:** El proyecto se valida como un polo de inversión ordenada y sustentable que genera empleos directos e indirectos bajo un modelo de gestión ambiental privada, incrementando la recaudación fiscal del H. Ayuntamiento de Petatlán y fomentando encadenamientos productivos que reducen la presión antrópica sobre las actividades extractivas del litoral.

Se concluye formalmente que el proyecto "CASA ZANKA", vinculado al cumplimiento estricto y permanente de las condicionantes de mitigación descritas, propiciará un escenario prospectivo de estabilidad ambiental y conservación inducida a largo plazo. El balance neto del sistema ambiental con proyecto mitigado resulta significativamente superior y más favorable que el escenario tendencial de abandono informal, por lo que se dictamina como **TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y AMBIENTALMENTE VIABLE** para su respectiva autorización.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información

En cumplimiento estricto con lo dispuesto en el Artículo 19 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, el presente estudio para el proyecto "LOS RISCALES" se integra y entrega bajo los siguientes criterios técnicos y administrativos:

La información se presenta en dos tantos impresos, un original y una copia para la autoridad y cuatro discos compactos, de los cuales uno es para consulta pública.

El cuerpo del estudio se presenta en formato Microsoft Word, utilizando tipografía Arial de 11 puntos con un interlineado de 1.15, todas las imágenes se presentan en formato JPEG. La copia para consulta pública es en formato PDF.

VIII.1.1 Cartografía

Los planos, mapas temáticos y croquis están contenidos al final del presente Manifiesto como Anexos

Planos técnicos del proyecto:

- Levantamiento Topográfico: Detalle de curvas de nivel, linderos y configuración del terreno.
- Planta Arquitectónica: Distribución de las unidades habitacionales (Parotas, Moyos, etc.).
- Plano General de Conjunto: Ubicación de vialidades, áreas de conservación y sitios destinados a los sistemas BIOTAR.
- Cortes y Fachadas: Representación de la volumetría y su integración con la topografía natural.

Mapas temáticos

- Regiones Hidrológicas Prioritarias
- Regiones Terrestres Prioritarias
- Áreas Naturales Protegidas
- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
- Ubicación del proyecto a nivel cuenca RH19Ca
- Hidrología a nivel subcuenca
- Suelos a nivel subcuenca
- Unidades climáticas a nivel subcuenca
- Geomorfología

- Usos de suelo y vegetación
- Regiones de importancia en diversidad biológica
- Pendientes de corriente
- Causes y cuerpos de agua

VIII.1.2 Fotografías

Se anexa una Memoria Fotográfica detallada que documenta el estado actual del sitio. Este registro incluye:

- Vistas generales del predio y su colindancia con la zona litoral.
- Evidencia de los tipos de vegetación predominantes.
- Puntos críticos para la instalación de infraestructura de mitigación.
- Perspectivas del entorno paisajístico de Playa Laguna de Potosí.

VIII.1.3 Videos

No se realizaron videos para la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

VIII.2 Otros anexos

- Original de Constancia de uso de suelo
- INE y CURP del representante legal
- Carta bajo protesta de decir verdad firmada por el responsable técnico de la elaboración del Manifiesto de Impacto Ambiental.
- INE y Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio.

VIII.3 Glosario de términos

Actividad altamente riesgosa: Acción o proceso industrial que maneja sustancias peligrosas en cantidades iguales o mayores a su cantidad de reporte, capaces de causar accidentes significativos al ser liberadas.

Aguas residuales: Aguas de composición variada provenientes de descargas municipales, industriales, comerciales o domésticas.

Biodiversidad: Propiedad de las entidades vivas de ser variadas; proporción de diferentes elementos biológicos en un sistema.

BIOTAR: (Término del proyecto) Sistema de tratamiento biológico de aguas residuales mediante digestión aerobia de alta eficiencia.

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa que, al ser liberada, ocasionaría una afectación significativa al ambiente o la población.

Componentes ambientales críticos: Elementos definidos por su fragilidad, vulnerabilidad o importancia en la función del sistema, incluyendo especies bajo protección especial.

Cuerpo receptor: Corriente o depósito natural de agua, zonas marinas o terrenos donde se descargan o infiltran aguas residuales.

Daño ambiental: Efecto adverso sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto.

Descarga: Acción de verter, infiltrar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales que ocasiona la destrucción o fragmentación de los ecosistemas.

Disposición final: Depósito permanente de residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Emisión contaminante: Descarga directa o indirecta de toda sustancia o energía que altere la composición natural de cualquier medio.

Fuente fija: Instalación establecida en un solo lugar que genera o puede generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

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

Impacto ambiental acumulativo: Efecto resultante del incremento de impactos de acciones particulares al interactuar con otras pasadas o presentes.

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

Impacto ambiental sinérgico: Ocurre cuando el efecto conjunto de varias acciones es mayor que la suma de las incidencias individuales.

Lixiviado: Líquido formado por reacción o percolación de residuos que contiene componentes disueltos de los mismos.

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

Material peligroso: Elementos o mezclas que representan un riesgo por sus características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable o Biológico-infeccioso).

Prevención, Medidas de: Acciones para evitar efectos previsibles de deterioro ambiental.

Mitigación, Medidas de: Acciones para atenuar el impacto ambiental y restablecer las condiciones originales antes de la perturbación.

Proyecto: Referencia específica al desarrollo "CASA ZANKA".

Reciclaje: Transformación de residuos para fines productivos.

Residuo: Material generado en procesos de producción o consumo cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso de origen.

Reversibilidad: Capacidad del entorno para asimilar la alteración causada y retornar a su estado natural mediante procesos de sucesión ecológica.

Sistema ambiental: Interacción entre el ecosistema (abiótico y biótico) y el subsistema socioeconómico de la región del proyecto.

Sustancia peligrosa: Aquella que por su inflamabilidad, toxicidad o reactividad puede causar afectaciones significativas.

Transferencia: Traslado de contaminantes a un lugar físicamente separado del establecimiento (ej. descarga al alcantarillado o envío a reciclaje externo).

Tratamiento: Acción de transformar los residuos para cambiar sus características de peligrosidad.

ZOFEMAT: Zona Federal Marítimo Terrestre; franja de 20 metros de ancho de tierra firme, contigua al litoral.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Marco Jurídico y Normativo

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (Última reforma publicada).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Actualizada).
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.
- 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.
- NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar (Referencia para integridad costera).

Literatura Técnica y Científica

- Ceballos, G. y P. Rodríguez. (1993). Patrones de endemicidad en los mamíferos de México. Publicaciones Especiales No. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, México D.F.
- CONABIO. (1998). Regiones Hidrológicas Prioritarias. Fichas Técnicas y Mapa. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Conesa Fdez-Vítora, V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ra Edición. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa, México.
- SEMARNAT. (2002). Guía Técnica para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector Turístico, Modalidad Particular. México.
- Vidal de los Santos, E., Franco López, J., y Espadas Reséndiz, M. Notas Técnicas de Impacto Ambiental. (Documentación técnica de soporte).

Información Estadística y Geográfica

- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Petatlán, Guerrero. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (1996). Anuario Estadístico del Estado de Guerrero. Gobierno del Estado de Guerrero / INEGI.
- H. Ayuntamiento de Petatlán. (2024-2027). Plan Municipal de Desarrollo y reglamentación de uso de suelo vigente. (Ajustado a la ubicación del proyecto).

Sitios Web de Consulta

- Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales (SNIARN): www.semarnat.gob.mx
- Portal de Mapas de la CONABIO: www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- Gaceta Ecológica de la SEMARNAT: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/gaceta-ecologica
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA): www.imta.gob.mx
- Visualizador del Inventario Nacional de Vivienda (INEGI): https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/